

MINISTÉRIO DO EXÉRCITO

DEPARTAMENTO DE MATERIAL BÉLICO

DIRETORIA DE MATERIAL DE ENGENHARIA

BOLETIM TÉCNICO ESPECIAL Nº 01

ANÁLISES DE AGUA

1ª EDIÇÃO

1982

Preço Cr\$

CARGA	
EM	____ / ____ / ____

ÍNDICE

INTRODUÇÃO	7
------------------	---

1ª PARTE ÁGUA – CONSIDERAÇÕES GERAIS CAPÍTULO I

1. Problema da Água	9
a. Importância	9
b. Quantidade	9
c. Qualidade	9
d. Fontes de Abastecimento	9
2. Responsabilidades	9
a. Comandante de Unidade	9
b. Serviço de Engenharia	10
c. Serviço de Saúde	10
TABELA I – Quantidades diárias de água por homem no Exército	10

CAPÍTULO II

Qualidade da Água	11
3. Generalidades	11
4. Palavras Úteis	11
5. Fontes de Impurezas	11
6. Tipos de Impurezas	12
TABELA II – Impurezas mais comuns da água	12

CAPÍTULO III

Doenças Veiculadas pela Água	13
7. Generalidades	13
8. Febre Tifóide	13
9. Febre Paratífica	13
10. Cólera	13
11. Disenteria Bacilar	14
12. Disenteria Amebiana	14
13. Esquistossomose ou Esquistossomíase	14
14. Diarréia comum	15

CAPÍTULO IV

Características da Água	17
15. Generalidades	17
16. Turvação ou Turbidez	17
17. Cor	17
18. Odor e Sabor	17
19. pH	18
TABELA III — pH dos Alimentos	18
20. Minerais em Dissolução	18
a. Carbonato de Cálcio	18
b. Bicarbonato de Cálcio	18
c. Sulfato de Cálcio ou Gesso	19
d. Cloreto de Cálcio	19
e. Carbonato de Magnésio	19
f. Sulfato de Magnésio ou Sais de Epsom	19
g. Cloreto de Magnésio	19
h. Carbonato de Sódio e Bicarbonato de Sódio	19
i. Cloreto de Sódio ou Sal de Cozinha	19
j. Sulfato de Sódio ou Sais de Glaúber	19
21. Ferro de Manganês	19
22. Gases Dissolvidos	19
a. Ácido Sulfídrico	19
b. Oxigênio	19
c. Gás Carbônico	20
23. Alcalinidade	20

CAPÍTULO V

Águas Envenenadas	21
24. Generalidades	21
25. Envenenamento por Chumbo	21
26. Fluoretos	21
27. Venenos Químicos	21
a. Agentes Químicos de Guerra	21
b. Alcalóides	21
c. Compostos Orgânicos de Arsênico	21
d. Compostos Inorgânicos de Arsênico	21
e. Cianetos	21
f. Sais de Metais Pesados	21

2ª PARTE EQUIPAMENTO DE ANÁLISES DE ÁGUA — T6—295 CAPÍTULO I

Exames de controle de rotina	23
1. Estojo nº 1 de campanha para controle da qualidade de água	23
a. Generalidades	23
b. Provas	23
c. Caixa	23
TABELA I — Conteúdo das gavetas de suprimento	24
TABELA II — Conteúdo das gavetas de pipetas, peças sobressalentes e instruções	25
TABELA III — Conteúdo das gavetas de reagente	28
2. Unidades de medidas	33
a. Sistema de medição de substâncias químicas	33
3. Determinação do cloro residual e do pH	35
a. Uso do colorímetro	36
b. Determinação do cloro residual	36
c. Determinação do pH	36

4. Provas de coagulação	37
a. Generalidades	37
b. Preparação das soluções — Padrão.	38
c. Procedimento para a prova de coagulação.	38
d. Cálculo das quantidades de alúmen e soda necessárias para a pre-coagulação de 3.000 galões de água.	39
e. Prova de coagulação de emergência.	40
5. Provas de salinidade	41
6. Provas de turvação.	45
7. Pesquisas de tóxicos.	46
8. Provimento de reagentes para o estojo de campanha de controle da qualidade da água	49

3ª PARTE

EQUIPAMENTO DE ANÁLISES DE ÁGUA — MODELO BRASILEIRO MU—1

CAPÍTULO I

1. Generalidades	53
----------------------------	----

CAPÍTULO II

Descrição do Equipamento	54
1. Generalidades	54
2. Constituição dos Componentes	54
Caixa 1 (Estojo 1)	54
Caixa 2 (Estojo 2)	58
Caixa 3 (Estojo 3)	59

CAPÍTULO III

Medição dos Produtos Químicos.	63
--	----

CAPÍTULO IV

Procedimentos de Ensaios.	65
1. Testes de Controle de Rotina.	65
a. Determinação do Cloro Residual	65
b. Determinação do pH	66
c. Ensaio de Coagulação.	66
1) Generalidades.	66
2) Preparo das soluções padrões.	66
3) Procedimento para o ensaio.	67
4) Medida das quantidades de produto	68
5) Prova de coagulação de emergência.	69
2. Prova de Salinidade	70
a. Generalidades.	70
b. Interpretação	71
c. Materiais e Reagentes	71
d. Prova de Dureza pelo Sabão — Procedimento	72
e. Prova de Alcalinidade — Procedimento	73
f. Prova de Cloretos — Procedimento	73
g. Prova de Sulfatos — Procedimento	74
h. Determinação de Turbidez	74
1) Generalidades.	74
2) Material e Reagentes	74
3) Procedimento 1. Método p/ Comparação	74
4) Procedimento 2. Método Rápido	76
3. Pesquisa de Tóxicos.	76
a. Generalidades	76

b. Materiais e Reagentes	76
c. Ensaio de Arsénico	77
d. Turvação e Coloração.	77
e. Prova do pH.	77
f. Prova de Mostarda (inclusive mostarda nitrogenada e cloreto de cianogénio)	77
g. Prova de Demanda de Cloro.	78
h. Cheiro e Sabor	78
i. Interpretação dos Resultados.	78

4ª PARTE

EQUIPAMENTO DE ANÁLISES DE ÁGUA HACH

CAPÍTULO I

1. Generalidades.	79
2. Descrição e capacidade.	79
3. Instrução de operação para os diversos testes	80

CAPÍTULO II

Descoberta de agentes de guerra química	99
1. Generalidades.	99
Anexo I — Procedimento para o teste de Acidez.	103
Anexo II — Procedimento para o teste de Alcalinidade.	104
Anexo III — Procedimento para o teste de Dióxido de Carbono	105
Anexo IV — Procedimento para o teste de Cloreto	106
Anexo V — Procedimento para o teste de Sulfatos	107
Anexo VI — Padrões de Potabilidades.	108
Anexo VII — Relação dos Componentes	109

INTRODUÇÃO

A DME vem desenvolvendo intensos esforços no sentido de colocar à disposição dos Cmdo de OM, instrutores e monitores, publicações referentes ao uso, conservação e manutenção dos equipamentos e materiais de Engenharia. Este Boletim Técnico Especial objetiva reunir e condensar matéria específica sobre a análise de água em campanha, enfocando o manejo dos equipamentos existentes.

O BTE nº 01/82, tem difusão restrita às OM que dispõem organicamente dos Eqp de Análise de Água e, após uma 1ª Parte, versando sobre o "abastecimento e purificação de água para uso militar" (condensada do T5-295), enfoca:

- o Estojo nº 1, de Campanha;
- o Eqp de Análise de Água, MU-1; e
- o Eqp de Análise de Água HACH.

A Direção da DME está convicta de que na instrução da tropa — conduzida de forma eficiente e adequada aos diversos níveis dos instruendos — situa-se a base da correta utilização dos materiais e do cumprimento das regras de conservação e manutenção. A par disto, e de forma generalizada, considera-se a instrução da Tropa a raiz de sua capacidade operacional, objetivo maior a ser alcançado, para o que, efetivamente, contribui a difusão das prescrições de uso dos materiais de dotação.

Brasília, 15 de outubro de 1982

Gen. Div ATHOS CEZAR BAPTISTA TEIXEIRA
Diretor de Material de Engenharia

1ª PARTE

ÁGUA – CONSIDERAÇÕES GERAIS

CAPÍTULO I

1. PROBLEMA DA ÁGUA

a. **Importância:** As missões táticas não podem ser bem executadas, se as tropas não dispuserem de água de boa qualidade em quantidade suficiente. A água é ainda mais importante do que a alimentação. Nas épocas de muito calor, ou quando submetido a trabalho físico intenso o soldado pode ser posto fora de ação em 24 hs, se houver falta de água. Água mal depurada ou não tratada quase sempre contém germes patogênicos em número suficiente para torná-la perigosa como bebida. A saúde de toda a tropa está nas mãos dos operadores de equipamentos de purificação d'água. Eles devem conhecer suas funções e executá-las bem.

b. **Quantidade:** A quantidade de água necessária à tropa em combate, em acampamento e hospitais nos teatros de operações, é dada na tabela I. As quantidades de água necessárias para os animais, viaturas e alguns equipamentos comuns, que também a consomem, aparecem na mesma tabela.

c. **Qualidade:** A água destinada à bebida deve ser isenta de germes patogênicos, de substâncias tóxicas e de odor, cor ou sabor desagradáveis. Qualquer água não depurada deve ser considerada como suspeita, até ser aprovada por oficial médico.

d. **Fontes de Abastecimento:** Quando em uma região se encontra água com facilidade e quando todas as fontes estão isentas de impurezas não comuns, as seguintes regras deveriam orientar a escolha da fonte d'água a ser utilizada:

1) Em regiões povoadas, usar sempre que possível as instalações de abastecimento de água existentes.
2) Utilizar as nascentes ou poços nas suas proximidades. A qualidade destas águas ordinariamente é melhor do que a das águas superficiais.

3) Se os sistemas de abastecimento público ou as fontes subterrâneas não forem facilmente utilizáveis, usar águas superficiais como as de rios, regatos, lagoas ou charcos.

4) Quando não se conseguir água de outras origens, deve-se perfurar poços.

A abertura de poços não é praticável quando um exército se movimenta. Para as unidades que se encontram na retaguarda, um manancial subterrâneo, comumente é melhor, especialmente nas regiões em que as águas superficiais forem fortemente contaminadas.

5) Como último recurso, quando não se conseguir nenhuma fonte de água doce, utilizar aparelhos de destilação para purificar a água do mar.

2. RESPONSABILIDADES

Os responsáveis pela água, no Exército, são o Comandante de Unidade (consumidor), o Serviço de Engenharia (fornecedor) e o Serviço de Saúde (inspetor). Especificadamente estas responsabilidades são as seguintes:

a. **Comandante de Unidade:** O Comandante de Unidade é responsável pela obtenção da quantidade de água potável necessária a toda tropa sob seu comando, em qualquer ocasião. Devendo esclarecer a todos os seus comanda-

dos a respeito do perigo que há em beber águas suspeitas. Ele deve, ainda, impor rigorosa disciplina d'água. As regras da disciplina d'água são:

- 1) Beber somente água depurada ou aprovada;
- 2) Não desperdiçar água purificada;
- 3) Proteger as fontes de água pela observação de bons hábitos sanitários.

b. **Serviço de Engenharia:** O Serviço de Engenharia é responsável pelo fornecimento de água tratada para todos os fins, a todas as unidades do Exército. É também responsável pelo projeto, aquisição, instalação, operação e manutenção do equipamento de abastecimento de água. Além disso, ele reconhece e melhora as fontes de abastecimento e transporta a água aos pontos de distribuição. Trabalha em união com o Serviço de Saúde, para garantir que a água, é apropriada ao uso.

c. **Serviço de Saúde:** O Serviço de Saúde é responsável pela verificação da pureza da água e deve fazer notificações às autoridades competentes. Para isso o Serviço de Saúde inspeciona os pontos d'água e as fontes, executa os exames e análises de água e geralmente trabalha em estreita ligação com o Serviço de Engenharia, a fim de garantir que a água está devidamente tratada e distribuída. Além disso, o Serviço de Saúde estuda e opina sobre o projeto e seleção do equipamento de purificação da água.

Tabela I — Quantidades diárias de água por homem no Exército

Situação	Galões por dia	Observações
Combate	1/2 (min)	Mínimo absoluto para não mais que 3 dias. Usada para bebida.
	1	Algum desconto para cozimento e higiene pessoal.
Marcha ou bivaque	2 (min)	O suficiente para bebida e cozimento, lavagem de pratos e utensílios de cozinha. . lavagem de mãos e rosto.
Acampamentos temporários	5 (min)	Não inclui banho ou limpeza sanitária.
	15 (min)	Inclui banho.
	15 (min)	Permite a limpeza sanitária.

min = mínimo

CAPÍTULO II

QUALIDADE DA ÁGUA

3. GENERALIDADES

a. A água nunca é absolutamente pura. As impurezas variam; são gases, substâncias químicas e minerais nela dissolvidos e substâncias em suspensão, como germes patogênicos e poeiras. Algumas podem ser vistas, outras não, mas podem ser descobertas pelo odor ou pelo sabor, ou apenas por processos de laboratório.

Este capítulo estuda as impurezas da água, o seu aparecimento e os seus efeitos na água e no organismo humano.

b. A água pura é isenta de germes patogênicos, substâncias tóxicas e quantidades excessivas de matéria mineral ou orgânica. A água para usos militares, destinada à bebida, cozimento, ou lavagens, deve ser pura. Além disso, quando o tempo e o aparelhamento permitirem, deve ser límpida, sem odor ou sabor acentuado e fria.

4. PALAVRAS ÚTEIS

a. Os operadores do equipamento de depuração d'água, necessitam conhecer a significação de alguns termos técnicos, usados no trabalho de abastecimento d'água.

b. Quando a água contém substâncias nocivas, ela é chamada contaminada ou poluída. A água contaminada contém germes ou substâncias que a tornam imprópria para o uso. A água poluída contém substâncias que lhe emprestam aspecto, odor ou sabor desagradáveis.

c. A água contaminada é imprópria para uso, mas as impurezas que contém, geralmente não podem ser verificadas pela vista, sabor ou odor. Por outro lado, a água poluída é reconhecida com facilidade. Geralmente a água poluída também é contaminada.

d. A água é também chamada potável, se ao mesmo tempo for pura e tiver bom gosto.
A água que apresenta gosto agradável, contudo, nem sempre é potável.

5. FONTES DE IMPUREZAS

a. A água adquire impurezas, através do seu ciclo natural. As chuvas, a neve, a saraiva e os pedriscos arrastam os germes, as poeiras, substâncias químicas e o mais que possa ser dissolvido. A água da chuva, portanto, não é pura, embora relativamente livre de minerais em dissolução.

b. A água correndo sobre a superfície da terra, arrasta poeiras, microorganismos, substâncias minerais, e quaisquer matérias, que possam ser dissolvidas ou carregadas. A água que penetra na terra, à medida que se filtra pelo solo, perde muitas das impurezas que se encontram em suspensão. Contudo, ao mesmo tempo que ela vai ficando

mais límpida, vai dissolvendo minerais e outras substâncias químicas. A água subterrânea pode portanto, ser límpida, mas não ser pura e pode ainda conter germes patogênicos ou substâncias químicas nocivas.

6. TIPOS DE IMPUREZAS

As impurezas da água se encontram em suspensão ou em dissolução. Cada um destes grupos principais, pode ser subdividido, como se vê na tabela 2. Geralmente as matérias em suspensão são mais nocivas à saúde do que as matérias em dissolução. As impurezas em suspensão compreendem substâncias minerais como areia, argila ou lama, germes patogênicos como bactérias ou protozoários e plantas aquáticas como algas. É indispensável eliminar ou destruir os germes patogênicos da água a ser utilizada pela tropa.

Tabela II — Impurezas mais comuns da água

Impurezas em Suspensão	Microorganismos		patogênicos ou não patogênicos	
	Algas		produzem odor, cor, sabor ou turvação	
IMPUREZAS EM DISSOLUÇÃO	Sólidos em suspensão		Produzem turvação.	
	SAIS	de cálcio e magnésio	Bicarbonato	Produce alcalinidade e dureza.
			Carbonato	Idem
			Sulfato	Produce dureza
			Cloreto	Produce dureza; corroi as caldeiras.
		de sódio	Bicarbonato	Produce alcalinidade
			Carbonato	Idem
			Sulfato	Produce espumas nas caldeiras
			Fluoreto	Produce manchas no esmalte dos dentes.
			Cloreto	Torna as águas salobras
	Ferro		Produce sabor ferruginoso. Torna as águas avermelhadas Corroi os metais	
	Manganês		Torna a água negra ou pardacenta.	
	Matérias corantes vegetais		Causam acidez; produzem coloração nas águas.	
	GASES	Oxigênio		Corroi os metais
		Anidrido carbônico (CO ₂)		Produce acidez; corroi os metais
		Ácido sulfídrico (H ₂ S)		Produce odor desagradável, acidez e corroi os metais.
		Nitrogênio		Sem efeito notável.

CAPÍTULO III

DOENÇAS VEICULADAS PELA ÁGUA

7. GENERALIDADES

a. Deve-se notar que a água carrega muitos organismos causadores de doenças.

Os germes patogênicos, veiculados pela água dividem-se em dois grupos: os que são rapidamente destruídos pela cloração e os que são cloro-resistentes. Apesar dos organismos cloro-resistentes exigirem tratamento cuidadoso, podem ser destruídos pelos métodos de depuração.

b. É importante saber que as doenças veiculadas pela água não se evidenciam, imediatamente, após a ingestão de águas contaminadas. Os germes patogênicos necessitam de algum tempo para se desenvolver e multiplicar no interior do organismo humano, antes que a doença apareça. O tempo, decorrido entre a ingestão de água contaminada e o aparecimento da doença, chama-se período de incubação.

O fato de não aparecerem sintomas de doença por alguns dias, após a ingestão de água não depurada, não significa, que a água seja pura. Também, a ausência de sintomas de doença na população civil não tem significado, pois ela pode estar imunizada.

8. FEBRE TIFÓIDE

a. A febre tifóide é uma doença intestinal que produz uma erupção rosada na pele, febre alta que dura cerca de 4 semanas e evacuações intestinais freqüentes. O agente produtor da febre tifóide é uma bactéria veiculada pela água, chamada bacilo tífico, que é rapidamente destruída pela cloração padrão de campanha. O período de incubação vai de 3 a 40 dias, a média sendo de 7 a 10 dias. A cura de um ataque de febre tifóide geralmente confere imunidade permanente, embora, por vezes, um segundo ataque possa ocorrer. A vacinação feita em cada soldado, lhe dá proteção considerável, embora possa ser suplantada pela ingestão de água fortemente contaminada.

b. Os germes patogênicos passam às fezes e são eliminados do organismo com as evacuações intestinais. Toda a água posta em contato com estas matérias fecais, fica contaminada. Os germes patogênicos não se desenvolvem na água, e muitos deles morrem dentro de uma semana. Quanto mais fria a água, tanto mais duram; no gelo, podem durar 3 meses.

9. FEBRE PARATÍFICA

As febres paratíficas são muito parecidas com a febre tifóide nos sintomas e no modo de infecção. O homem fica imunizado pela vacinação ou pela cura de um ataque anterior; contudo, um homem imunizado contra a febre tífica não o está para o paratifo e vice-versa. A incubação do paratifo dura de 4 a 10 dias, sendo a média de 7 dias. Os germes são rapidamente destruídos pelos métodos padrões de cloração em campanha.

10. CÓLERA

a. A cólera é uma infecção intestinal, que produz vômitos violentos, cólicas, evacuações intestinais e colapso rápido com temperatura sub-normal.

A água contaminada é um modo freqüente de disseminação dessa doença, e, provavelmente, é a causa principal de epidemias graves; além disso a cólera pode ser veiculada pelos alimentos ou transmitida pelo contato direto. O micróbio é destruído na água pela cloração (métodos padrões).

b. Os micróbios são eliminados do corpo com as fezes, onde eles vivem por alguns dias; a água entrando em contato com as fezes, arrasta-os, e, na água, eles podem viver por algumas semanas e, em condições favoráveis, podem até multiplicar-se. A incubação, geralmente, é de 3 dias, embora a doença possa-se mostrar poucas horas depois de se beber água contaminada. Cerca de metade das pessoas, que contraem a doença, morrem. A cura da doença dá um certo grau de imunidade, que não dura por muito tempo. A vacinação confere imunidade temporária, mas somente as medidas sanitárias proporcionam a única garantia certa.

11. DISENTERIA BACILAR

A disenteria bacilar é uma infecção intestinal, que produz freqüentes evacuações muco-sanguinolentas. Geralmente, aparece, assim como as infecções tíficas, nos lugares em que existem más condições sanitárias. O agente causador é uma bactéria, chamada bacilo disentérico, germe este, que é facilmente destruído pela cloração. O período de incubação é de 2 a 3 dias. Os germes resistem ao frio, e podem permanecer vivos no solo e nas roupas por alguns dias. Esta doença é encontrada nas regiões tropicais e sub-tropicais.

12. DISENTERIA AMEBIANA

a. É uma infecção intestinal, que se assemelha à disenteria bacilar em muitos dos seus sintomas, mas que é produzida por um organismo chamado *Endameba histolítica*. Esta endameba é na verdade um animal muito pequeno, menor que uma bactéria e que resiste à cloração comum. A disenteria amebiana é, principalmente, uma doença própria das regiões tropicais e subtropicais, mas, também, é muito encontrada nas zonas temperadas. O período de incubação varia de 10 dias a vários meses.

b. Esta doença é propagada pelos cistos da ameba, que se formam no intestino da pessoa infetada, e são eliminados com as fezes. O cisto, é a própria ameba, revestido de uma membrana resistente. Pela dissecação, a forma cística da ameba é destruída em poucos minutos. Na água, os cistos vivem por alguns dias, podendo durar semanas.

c. Os cistos podem ser removidos da água por um tratamento adequado, ou ser destruídos pela cloração. A água que contenha cistos amebianos, deve ser cuidadosamente depurada, pois, a cura da disenteria amebiana, por vezes, é difícil e demorada.

13. ESQUISTOSSOMOSE OU ESQUISTOSSOMÍASE

a. Esquistossomose é a doença causada por um pequeno parasita (esquistossomo) que penetra no organismo através da pele, quando uma pessoa se banha, se lava ou mergulha em água contaminada, ou a ingere. É uma doença das zonas tropicais ou sub-tropicais e aparece principalmente na China, Filipinas, Japão, África em algumas regiões das Índias Ocidentais, e na parte nordeste da América do Sul.

b. Existem 3 tipos de Esquistossomos. O período de incubação para todos os tipos é de vários meses. Um dos tipos, o *Schistossoma Haematobium*, encontrado principalmente na África, ataca a bexiga, e produz urinas sanguinolentas. O segundo tipo, o *Schistossoma mansoni* encontrado na África e nordeste da América do Sul, ataca as últimas porções do intestino, produzindo ulcerações no reto. O terceiro tipo *Schistossoma japonicum*, encontrado principalmente na China e no Japão, afeta o intestino grosso e produz dolorosas hipertrofias do fígado e do baço.

c. Todos os tipos de esquistossomos têm um ciclo de vida complicada e semelhante. Os ovos do parasita são eliminados pela urina e pelas fezes. Na água doce, eles dão nascimento a larvas móveis que não podem infetar o organismo do homem; depois de penetrarem em certos moluscos de água doce, tomam uma nova forma chamada "cercária" e só então tornam-se perigosas para o homem. As larvas morrem, se não penetrarem no hospedeiro intermediário dentro de 24 horas após seu nascimento. Por conseguinte, se os caramujos forem mortos no manancial d'água, o ciclo do esquistossomo se interrompe. As cercárias, que são altamente perigosas para os seres humanos, porque atravessam a pele, podem viver na água durante 24 a 48 horas.

Portanto, uma água isenta de moluscos, e que for guardada por mais de 48 horas, pode ser ingerida sem receio. As cercárias podem ser destruídas pela cloração. A água fortemente contaminada por esquistossomos pode ser identificada pela sua aparência turva e leitosa.

14. DIARRÉIA COMUM

Dá-se o nome de diarreia a numerosas doenças intestinais que causam cólicas, e evacuações intestinais frequentes. As fezes, geralmente, são aquosas. As diarreias aparecem, geralmente, quando não existem cuidados sanitários adequados, com os alimentos e com a água. Quando a origem for alimentar, a doença fica restrita, apenas, aos consumidores dos alimentos contaminados. As epidemias propagadas pela água, geralmente, se disseminam mais, e na falta de medidas adequadas de controle, podem perdurar por muito tempo. Muitos casos benignos de infecções intestinais graves, são rotulados como diarreia.

CAPÍTULO IV

CARACTERÍSTICAS DA ÁGUA

15. GENERALIDADES

A água apresenta características ou propriedades diversas, de acordo com as substâncias que nela se encontrem. Estas características e propriedades abrangem a cor, o sabor, o odor, a turvação, o pH, os gases e substâncias minerais dissolvidas. Este capítulo trata destes caracteres e suas causas.

16. TURVAÇÃO OU TURBIDEZ

a. A turvação é o aspecto lamacento ou pouco límpido da água, provocado pelas matérias em suspensão. A água correndo sobre o solo carrega consigo pequenas partículas e as mantém em suspensão. A quantidade e o tamanho destas partículas são tanto maiores quanto maior for a velocidade da corrente d'água. Estas substâncias podem ser areias, argila ou lama, matérias orgânicas oriundas de vegetais decompostos, ou fezes de animais. À medida que a velocidade da água diminui, os materiais começam a se depositar: primeiro os maiores, depois os menores e, finalmente, quando a velocidade cessa e a água fica tranqüila, todas as partículas se depositam.

A argila se mantém em suspensão por mais tempo que qualquer outro material, porque suas partículas são finíssimas. Às vezes, alguns meses são necessários para que toda a argila se deposite.

b. Após chuvas pesadas, as águas correntes ficam turvas, em consequência de sua alta velocidade. Os lagos e charcos geralmente têm água mais clara que os rios. A água subterrânea (água de poços) é mais clara do que a superficial, porque as matérias em suspensão foram filtradas pela passagem da água através do solo.

c. Há dois modos adequados para eliminar a turvação da água: a sedimentação e a filtração.

d. A turvação deve ser eliminada, porque as matérias em suspensão podem conter micróbios, porque os soldados preferem beber água límpida embora contaminada, em vez de água turva mas pura, e, também, porque a ingestão continuada das matérias sólidas em suspensão pode irritar os intestinos e ocasionar diarreias.

17. COR

A coloração da água quase sempre é produzida por matérias corantes, oriundas dos vegetais em decomposição. Deve-se diferenciar a cor verdadeira da cor aparente, causada pela turvação, porque os métodos de eliminação são diversos. A água dos pântanos, lagos com vegetação e correntes têm mais tendência para ser colorida. A cor é indesejável principalmente porque ela empresta à água um aspecto desagradável.

18. ODOR E SABOR

O odor e o sabor, quando aparecem ao mesmo tempo, são produzidos por algas (vegetais aquáticos microscópicos) certos gases, e alguns resíduos industriais. O sabor também pode ter por causa, certos minerais em dissol-

lução. Quase todas as águas superficiais apresentam odor, que pode variar do apenas perceptível até o fortemente desagradável. A água subterrânea, geralmente, tem menos odor que a água superficial e a água fria tem menos odor e sabor que a água quente. Muitos sabores desagradáveis da água tornam-se acentuados com a cloração. A adição de óleo de peixe ou de óleo Dippel empresta à água um sabor e odor tão desagradáveis que ela fica intragável.

19. pH

a. As substâncias minerais e químicas que a água arrasta e dissolve na sua passagem através do solo, têm grande influência nos processos de depuração, como a coagulação e a sedimentação. Algumas destas substâncias são ácidas, enquanto outras são alcalinas. Como a água pode conter minerais quer ácidos quer alcalinos, é muito útil saber se há mais substâncias ácidas ou alcalinas.

O pH é a medida do grau de acidez ou de alcalinidade da água. Tem utilidade no cálculo da quantidade de substâncias químicas que devem ser adicionadas à água para uma boa coagulação, para controlar o funcionamento das unidades de purificação (móvel e portátil) e para descobrir se a água contém substâncias tóxicas.

b. O pH é determinado no Exército por um colorímetro e é medido em uma escala com 14 divisões. Esta escala abrange condições de acidez e alcalinidade, representando o pH = 0 a acidez máxima e um pH 14, exprimindo a alcalinidade máxima. No ponto médio desta escala — pH 7 — a água é neutra; em outras palavras, as substâncias ácidas e alcalinas na água se equilibram ou se anulam entre si.

O pH de uma água pode ser aumentado pela adição de substâncias alcalinas como carbonato de sódio ou diminuído pela adição de substâncias ácidas como o alumo. Os germes patogênicos não modificam sensivelmente o pH, de modo que o pH não serve como índice de pureza da água.

c. Como evidência que um pH de 7 não significa pureza, damos na tabela III, o pH de alguns alimentos. Note-se que muitos são ácidos. O pH, usado para conseguir melhores resultados na depuração da água, situa-se entre 4,5 e 8,0. Portanto, o pH da água para beber é, geralmente, mais alto que o pH dos alimentos comuns.

Tabela III — pH dos Alimentos

Abóbora	5,0—5,4	Leite de vaca	6,3—6,6
Azeitonas	6,3—6,6	Lima	1,8—2,0
Bananas	4,5—4,7	Limão	2,2—2,4
Batata	5,6—6,0	Maçã	2,9—3,3
Batata doce	5,3—5,6	Manteiga	6,1—6,4
		Milho	6,0—6,5
Biscoito	6,5—8,5	Nabo	5,2—5,6
Cerveja	4,0—5,0	Pão branco	5,0—6,0
		Pêssego	3,4—3,6
Clara de ovo fresco	7,6—8,0	Pera	3,6—4,0
		Queijo	4,8—6,4
Ervilha	5,8—6,4	Repolho	5,2—5,4
Espinafre	5,1—5,7	Tomate	4,0—4,4
Feijão	5,0—6,0		
Grape fruit	3,0—3,3	Vinagre	2,4—3,4
Laranja	3,0—4,0	Vinho	2,8—3,8

20. MINERAIS EM DISSOLUÇÃO

A quantidade de substâncias dissolvidas, depende da duração do contato entre a água e as substâncias minerais. É por isso que a água de poços profundos tem, geralmente, mais substâncias minerais em dissolução do que a água de poços superficiais. Vejamos resumidamente as substâncias minerais que mais comumente se encontram na água:

a. **Carbonato de Cálcio:** Proveniente da pedra calcária, calcita ou giz, produz águas duras e alcalinas. É quase insolúvel na água.

b. **Bicarbonato de Cálcio:** Forma-se quando a água carregada de gás carbônico entra em contato com calcita ou pedra calcária. O gás carbônico não dá combinação estável com o carbonato de cálcio e pode ser separado pelo calor ou por substâncias químicas. Quando a água, que contém bicarbonato de cálcio é aquecida, perde o gás carbô-

nico e o carbonato de cálcio restante, torna-se insolúvel e precipita-se. É este carbonato de cálcio que produz incrustações nas caldeiras e equipamentos de destilação. Além de causar estes depósitos, o bicarbonato de cálcio produz dureza e alcalinidade.

c. **Sulfato de Cálcio ou Gesso:** Produz dureza na água. Como é mais solúvel a frio do que a quente, separa-se da água nas caldeiras e produz incrustações nos tubos de aquecimento.

d. **Cloreto de Cálcio:** Torna as águas duras. Nas caldeiras e equipamentos de destilação, o calor o transforma em um ácido que corrói os tubos rapidamente.

e. **Carbonato de Magnésio:** (Magnesita ou Dolomita) e Bicarbonato de Magnésio. Produzem na água efeitos idênticos aos do carbonato e bicarbonato de cálcio.

f. **Sulfato de Magnésio ou Sais de Epsom:** Produz águas duras e depósitos nas caldeiras. Em quantidade superiores a 500 partes por milhão (p.p.m.) age como laxativo.

g. **Cloreto de Magnésio:** Tem propriedades e efeitos semelhantes às do cloreto de cálcio.

h. **Carbonato de Sódio e Bicarbonato de Sódio:** Empréstam alcalinidade à água. Nas caldeiras, aquecedores d'água quente e equipamentos de destilação, estes sais se decompõem e desprendem gás carbônico, que corrói os tubos de metal.

i. **Cloreto de Sódio ou Sal de Cozinha:** Produz sabor sensível em concentrações maiores que 400 p.p.m. Se a concentração é superior a 3.000 p.p.m. o cloreto de sódio torna a água intragável.

NOTA: A água do mar tem aproximadamente 34.000 p.p.m. de sal.

j. **Sulfato de Sódio ou Sais de Gláuber:** Produz efeito laxativo, em quantidade superior a 500 p.p.m. Em maiores quantidades produz espumas abundantes nas caldeiras e equipamentos de destilação.

21. FERRO E MANGANÊS

a. Uma impureza comum e desagradável, que por vezes se encontra na água de poços profundos, é o ferro dissolvido sob a forma de bicarbonato ferroso. Logo que uma água contendo esta impureza é exposta ao ar, o oxigênio transforma o ferro em óxidos insolúveis que dão à água uma cor ferruginosa. Estas pequenas partículas vermelhas se depositam como um sedimento ferruginoso. Se o ferro oxidado não for removido, a água fica com aspecto e sabor desagradáveis.

b. A água conduzida em canalizações de aço pode arrastar o ferro se a água contiver oxigênio ou gás carbônico em dissolução. Este fato ocorre com facilidade nas canalizações pouco usadas, nas terminações fechadas, dos canos principais, ou quando a água fornecida tem um pH muito baixo.

c. A água ferruginosa pode ainda conter uma bactéria, de grande crescimento, chamada "Crenothrix", que oxida o ferro, produzindo águas de cor ferruginosa ou vermelha, de mau gosto e odor e cujo desenvolvimento pode entupir as canalizações. Estas alterações ocorrem comumente, quando existe mais de 0,3 p.p.m. de ferro na água.

d. O manganês não é encontrado com tanta freqüência quanto o ferro, mas pode aparecer quer nas águas superficiais quer nas subterrâneas. Embora suas propriedades sejam idênticas às do ferro, seus efeitos são mais acentuados. Os processos de eliminação são idênticos.

22. GASES DISSOLVIDOS

a. **Ácido sulfídrico:** Por vezes, a água contém ácido sulfídrico como um gás dissolvido o que lhe dá um cheiro desagradável de ovos podres. Em pequena quantidade, esta impureza é desagradável, mas não é nociva. Em grandes quantidades torna-se nociva. A água contendo matéria orgânica, fica carregada de ácido sulfídrico, se entrar em contato com minerais que contenham sulfatos.

b. **Oxigênio.** A água da chuva contém grande quantidade de oxigênio dissolvido livre, enquanto as águas subterrâneas raramente, o têm na mesma quantidade. A quantidade de oxigênio dissolvido nas águas superficiais de-

pende do grau de dissolução que esgota o teor de oxigênio e da ação das algas. O oxigênio torna a água corrosiva para muitos metais, especialmente se o gás carbônico também estiver presente.

c. **Gás Carbônico.** O gás carbônico, em dissolução, provém do ar, da decomposição dos vegetais e de fontes subterrâneas. Combinando-se com a água, ele forma ácido carbônico, que transforma os carbonatos de cálcio e de magnésio insolúveis, em bicarbonato solúveis.

23. ALCALINIDADE

A maior parte das águas pode conter certas substâncias alcalinas como os carbonatos, bicarbonatos e hidróxidos de cálcio, sódio e magnésio. A alcalinidade é importante para os operadores do equipamento de purificação d'água, porque ela determina a espécie e a quantidade das substâncias químicas usadas nos processos de coagulação.

CAPÍTULO V

ÁGUAS ENVENENADAS

24. GENERALIDADES

A água pode estar envenenada casual ou propositadamente. As substâncias tóxicas que aparecerem casualmente, pertencem principalmente a dois grupos: o chumbo e os resíduos industriais. As substâncias mais usadas para envenenar a água, propositadamente, são os agentes de guerra química.

25. ENVENENAMENTO POR CHUMBO

Como o organismo humano não pode espontaneamente eliminar o chumbo, a ingestão continuada de água que contenha pequenas quantidades de chumbo, pode vir a causar uma intoxicação saturnina. Águas moles ou ácidas, como as da chuva ou dos lagos pantanosos, com facilidade ficam impregnadas de chumbo, especialmente se são conduzidas por canalizações deste metal.

26. FLUORETOS

Os fluoretos na água não constituem veneno. Seu único efeito é produzir manchas nos dentes de algumas crianças. Acredita-se que os fluoretos são benéficos aos dentes dos adultos.

27. VENENOS QUÍMICOS

As substâncias químicas que podem ser usadas para envenenar a água são:

a. **Agentes Químicos de Guerra.** Estas substâncias são a maior ameaça de envenenamento em grande escala, porque podem ser aspergidas por aviões, ou espelhadas por bombas aéreas, ou granadas de artilharia sobre áreas extensas.

b. **Alcalóides.** Alcalóides como nicotina, estricnina ou colchicina podem ser usados para envenenar pequenas fontes d'água. Em geral, seu uso em grande escala não é viável, dada a dificuldade de obtenção.

c. **Compostos Orgânicos de Arsênico.** Estas substâncias têm como os alcalóides, emprego limitado.

d. **Compostos Inorgânicos de Arsênico.** Estas substâncias, chamadas arsenitos e arseniatos são de emprego mais comum que as formas orgânicas. São a base de muitos venenos para ratos e insetos.

e. **Cianetos.** Constituem ameaça real nas áreas industriais inimigas. Estas substâncias, largamente empregadas na galvanoplastia e outros processos metalúrgicos, são facilmente solúveis na água e possuem um alto grau de toxicidade.

f. **Sais de Metais Pesados.** Muito poucos sais de metais pesados são suficientemente solúveis para poder envenenar a água. Os mais solúveis são os acetatos e os nitratos de chumbo e de mercúrio.

2ª PARTE

EQUIPAMENTO DE ANÁLISES DE ÁGUA – T5-295

CAPÍTULO I

EXAMES DE CONTROLE DE ROTINA

1. ESTOJO Nº 1 DE CAMPANHA, PARA CONTROLE DA QUALIDADE DA ÁGUA

a) **GENERALIDADES.** O estojo de campanha de controle da qualidade d'água é uma caixa compacta e portátil, com instrumentos e utensílios para exame da água, e o seu controle. Em campanha, a água deve ser examinada para identificar e calcular as impurezas, e determinar o tratamento necessário. As soluções padrão usadas com o estojo, devem ser preparadas, antes.

b) **Provas:** As provas feitas com este conjunto, podem ser classificadas em 3 grupos: controles de rotina, de salinidade e substâncias tóxicas. As provas de controle de rotina são: o exame da turvação, pH, cloro residual e coagulação. As provas de salinidade são para os cloretos, alcalinidade, dureza ao sabão e sulfatos. As provas de substâncias tóxicas, são para a Yperite nitrogenada, arsenicais, necessidade de cloro e pH.

c) **Caixa.** O instrumental está guardado numa caixa de madeira compensada tendo dois punhos e dois suportes de correia, para transporte (veja fig. 1). A figura nº 2, mostra a caixa aberta. Note-se a posição das gavetas e o arranjo da prateleira do fundo.

NOTA — Cada peça do equipamento tem uma posição própria na caixa.

Após o uso, cada utensílio deve ser recolocado na sua posição.

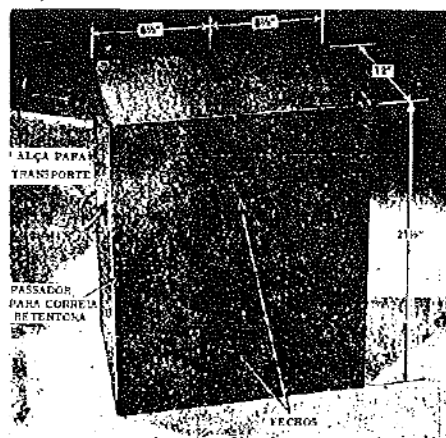


Fig 1 — Estojo de campanha para controle d'água

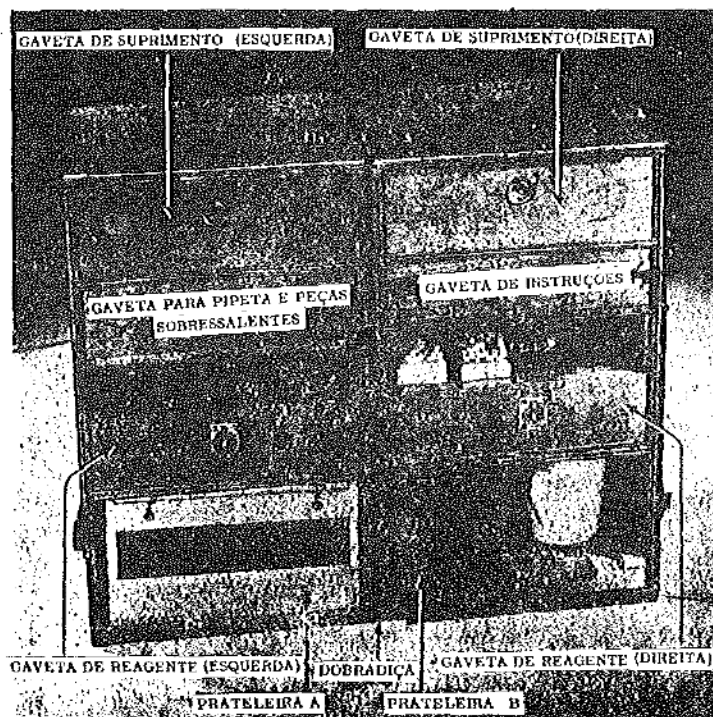


Fig 2 — Estojo de campanha para controle da qualidade da água. Note as posições das gavetas.

Tabela I — Conteúdo das gavetas de suprimento.

Compartimentos nº	Artigos	Quantidade	Figura nº
	Gaveta de utensílios esquerda		3
1	Funis	2	
	Tubos de comparação para pH	2	
2	Discos coloridos para pH	2	
3	Tampa de rosca para vidro de solução, de 4 onças (118,28 ml)	4	
	Tampa de rosca para vidro de boca estreita de 4 onças (118,28 ml)	2	
	Tampa de rosca para vidro de solução de 8 onças (236,56 ml)	2	
	Tampa de rosca para vidro de boca estreita de 8 onças (235,56 ml)	2	
4	Caixa de papel de filtro		
	Gaveta de utensílios direita		3
5	Suporte de lanterna elétrica	1	
6	Vidro de boca larga de 8 onças (236,56 ml)	1	
	Toalha de mão		
	Lanterna elétrica	1	

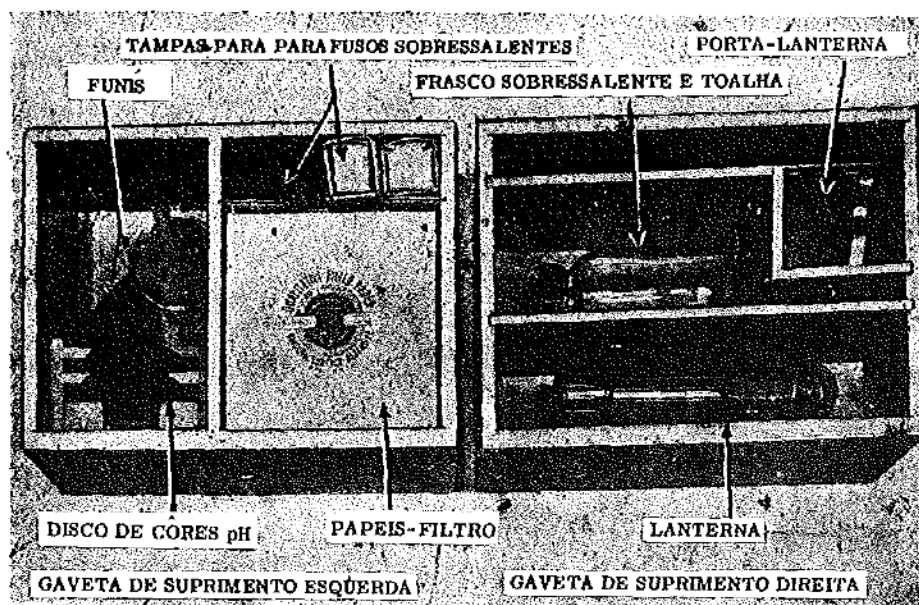


Fig 3 — Gavetas de suprimentos e conteúdos.

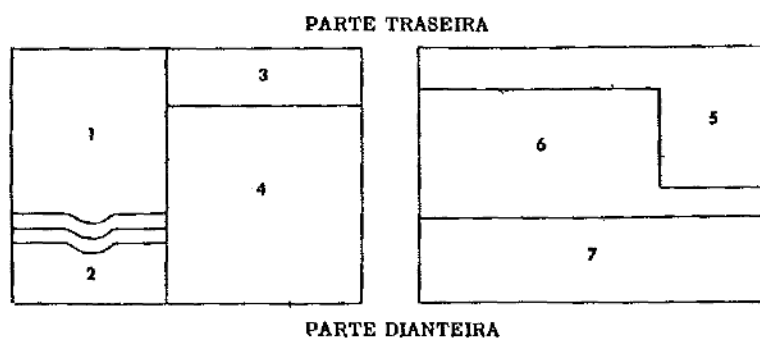


Tabela II — Conteúdo das gavetas de pipetas, peças sobressalentes e instruções.

Compartimentos nº	Artigos	Quantidade	Figura nº
	Gaveta de pipetas e sobressalentes		7
8a	Bandeja de pipetas conta-gotas, com 6 pipetas de 1 ml	1	
8b	Pipetas conta-gotas com tampa de rosca (vidro de 2 onças)	2	
	Pipeta conta-gotas com tampa de rosca (vidro de 4 onças) (591,40 ml)	4	
	Pipeta conta-gotas 1 ml	2	
	Bulbos de borracha (extra)	6	
9	Escova lavatudo	2	
	Gaveta de instruções		7
	Planta da caixa (dobrada)	1	
	T-5-295 (deve ser conservado, sempre na gaveta)	1	

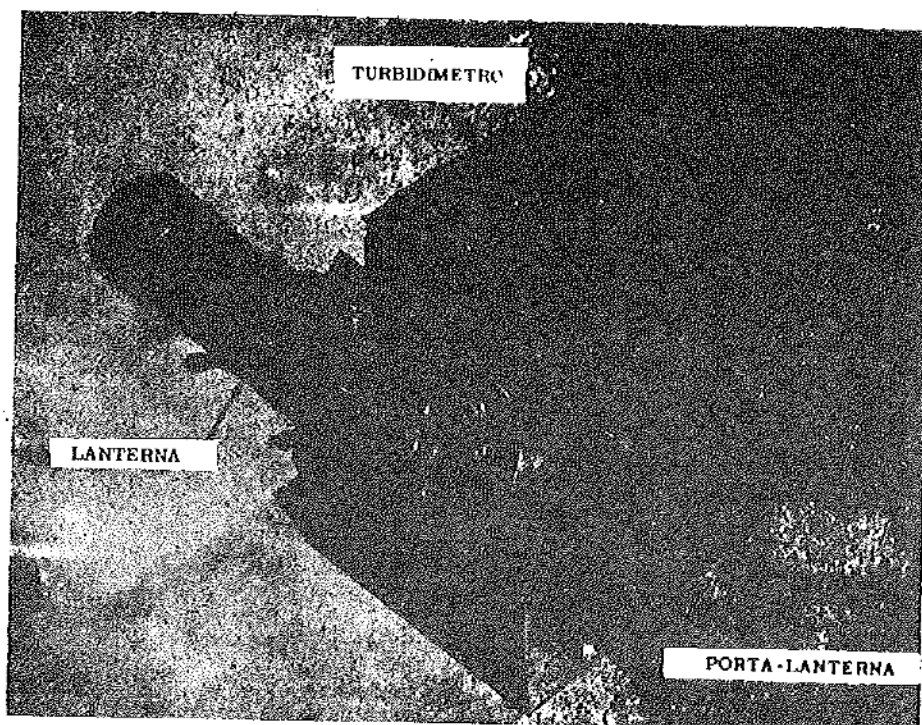
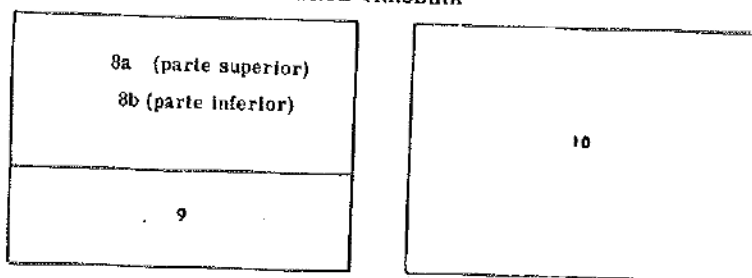


Fig 5 -- Lanterna e porta-lanterna usados com o turbidímetro.

PARTE TRASEIRA



PARTE DIANTEIRA

GAVETA PARA PIPETA E PEÇAS SOBRESSALENTES

GAVETA DE INSTRUÇÕES

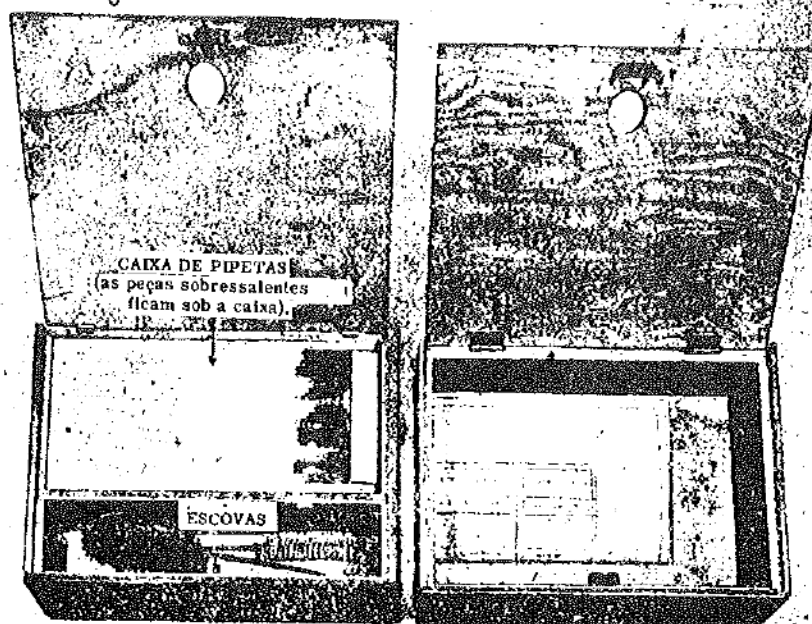


Fig 7 -- Gavetas que contém pipetas, peças sobressalentes e instruções.

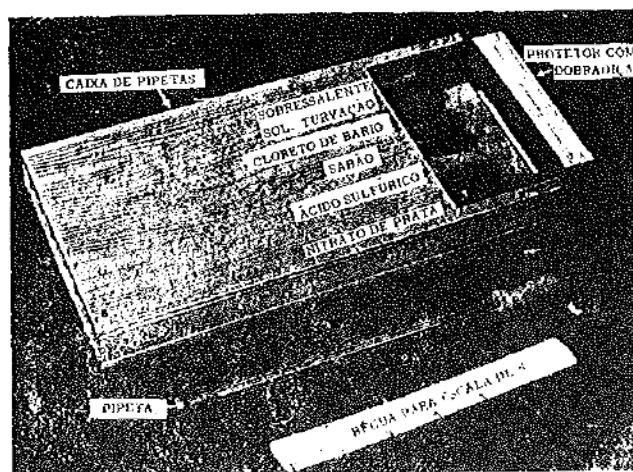


Fig 8 — Caixa de pipetas e pipeta. Cada pipeta tem sua posição inscrita na caixa.

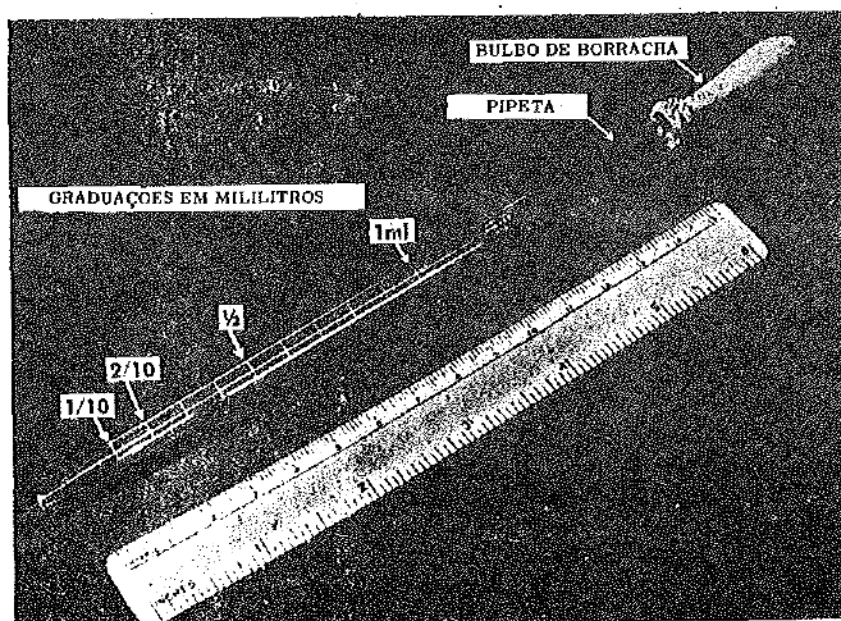


Fig 9 — Graduações das pipetas.

- (2) — **Gaveta de pipetas, sobressalentes e instruções:** (Fig 7). Esta gaveta guarda o equipamento. O material e as instruções impressas, contidas na tabela II. A gaveta direita contém a bandeja de pipetas — (Veja fig 8). As pipetas são graduadas em grãos de um mililitro (ml). (Veja fig 9). Os sobressalentes com pipetas, tampa de rosca para pipetas, e tubos de borracha, ficam em um espaço abaixo da bandeja de pipetas. A gaveta direita é para este manual técnico, para a planta da caixa, e manuais técnicos de consulta.

11	11	11	11	12	
13a	13b	13c	13d	12	
14c	14b	14c	14d	14e	
15a	15b	15c	15d	16a	16b

17d	17e	17f	17g
17a	17b	17c	18
19a	19b	20a	20b

Tabela III – Conteúdo das gavetas de reagentes.

Compartimentos nº	Artigos	Quantidade	Figura nº
	Gaveta de reagentes, esquerda		11
11	Vidros para soluções de 4 onças (vazios) para titulação (118,28 ml)	4	
12	Vidros para soluções de 4 onças (vazios) para titulação de sabão	2	
13	Vidros para soluções de 4 onças (indicador) (118,28 ml)		
13a	Orthotolidina	1	
13b	Azul de Bromothinol	1	
13c	Verde-purpúreo de Bromocresol	1	
13d	Água púrpura	1	
14	Vidros de boca estreita de 4 onças (118,28 ml):		
14a	Ácido sulfúrico	1	
14b	Nitrato de prata	1	
14c	Sabão	1	
14d	Cloreto de bário	1	
14e	Vidro vazio	1	
15	Vidros de 2 onças com conta-gotas (59,14 ml):		
15a	Fenolftaleína	1	
15b	Metilorange	1	
15c	Cromato de potássio	1	
15d	Vidro vazio	1	
16	Vidros de 1/2 onça com conta-gota (14,78 ml):		
16a	Água púrpura	1	
16b	Verde purpúreo de Bromocresol	1	
	Gaveta de reagentes, direita		11
17	Vidros para soluções de 8 onças: (236,56 ml)	1	
17a	Ácido sulfúrico	1	
17b	Sabão	1	
17c	Nitrato de prata	1	
17d	Cloreto de bário	1	
17e	Para turvação	1	
17f	Zeo-Karb-na	1	
17g	Vidro para amostra	1	
18	Proveta graduada de 25ml e suporte	1	
19	Vidro de boca larga de 8 onças: (236,56 ml)	1	
19a	Alúmen	1	
19b	Soda	1	
20	Vidros para soluções de 4 onças (118,28 ml) com conta-gotas, graduado:		
20a	Solução de alúmen	1	
20b	Solução de soda	1	

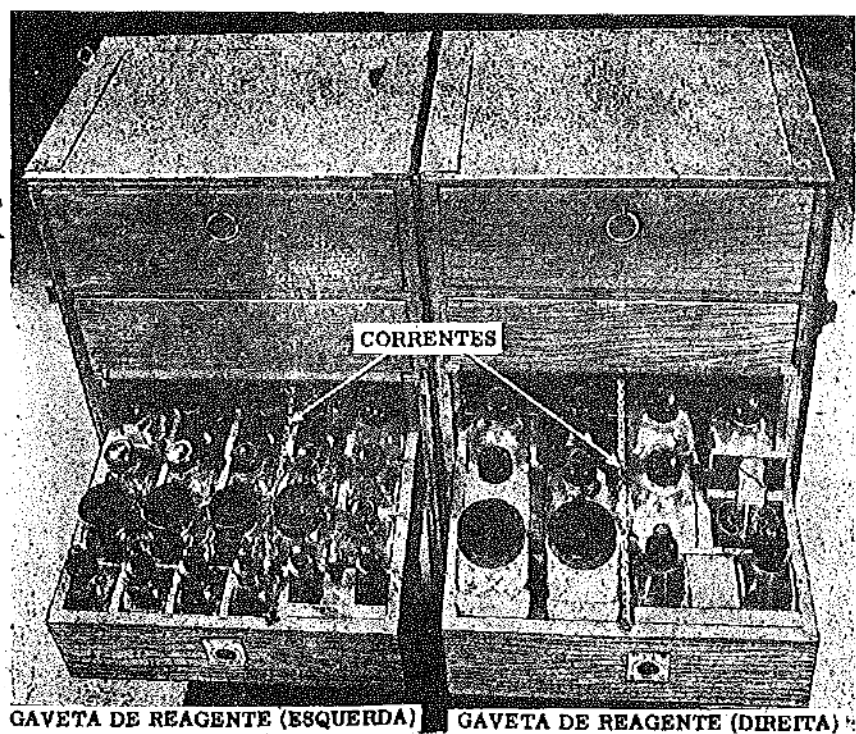


Fig 11 – Gavetas de reagente.



Fig 12 – Conta-gotas graduada com tampa roscada.

3) Gaveta de reagentes: (fig. 11). As gavetas de reagentes contêm o material dado na Tabela III. Estas gavetas são presas por uma corrente, para evitar que sejam retiradas da caixa. Não se deve desprender as correntes. Uma proveta de 25 ml graduada, com seu suporte, acha-se na gaveta dos reagentes, do lado direito (fig. 13).

4) Prateleira do fundo: As prateleiras do fundo contêm o material visto na Tabela IV.

1. Estojo para o exame de coagulação: (fig. 14) usado na prova de coagulação (veja par. 4). Consiste em 4 vidros de boca larga de 8 onças (236,56 ml) em uma caixa de madeira.

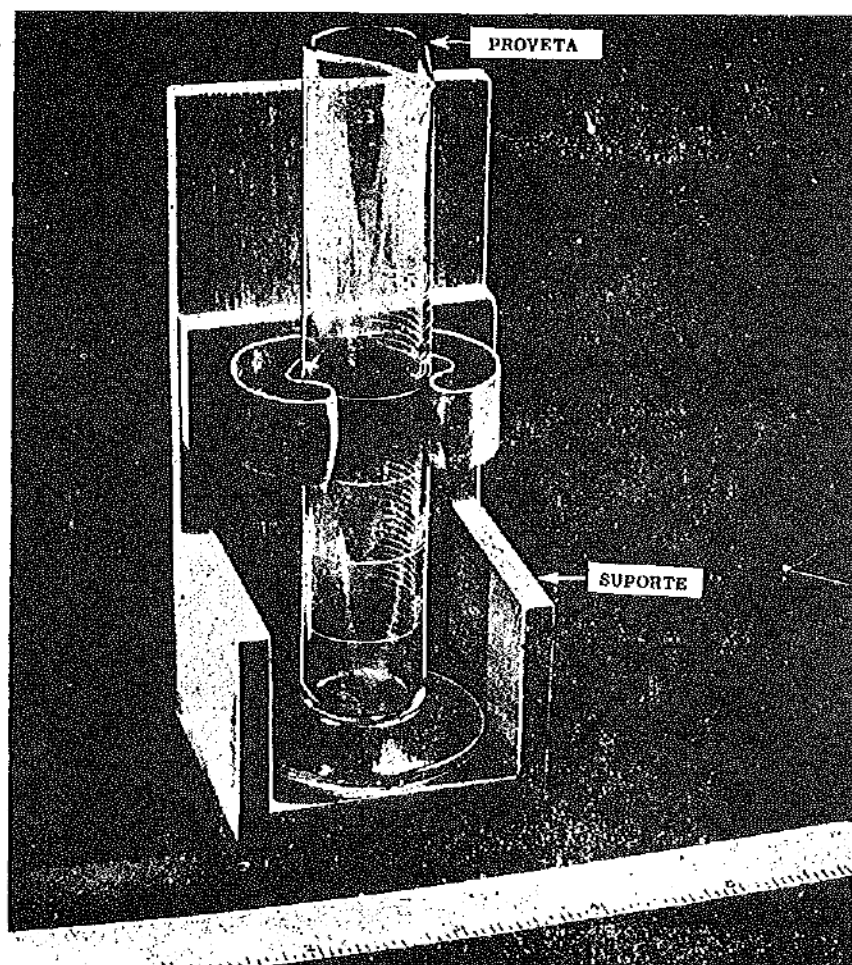
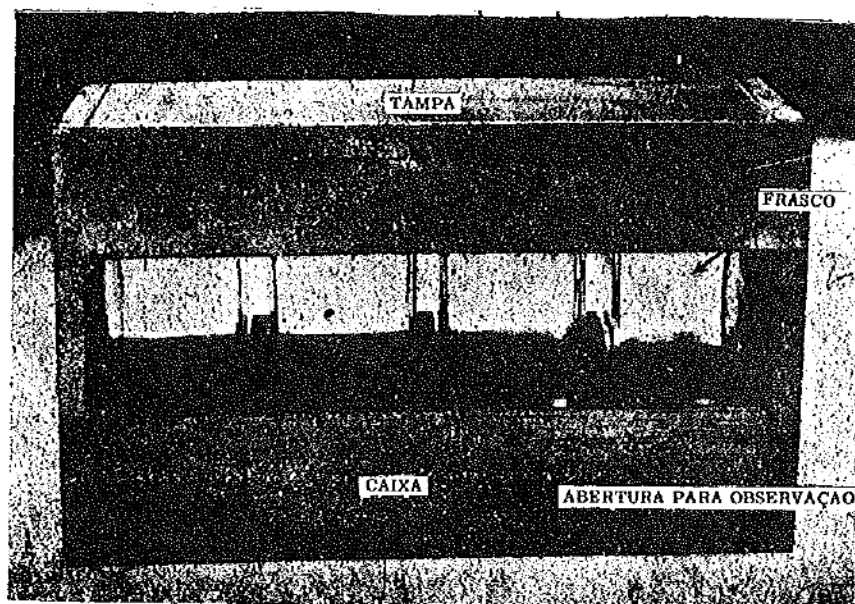


Fig 13 – Proveta de 25 ml e suporte



Jogo completo, mostrando a abertura para a comparação visual.

Fig 14 – Jogo de Teste de Coagulação.

Tabela IV – Conteúdo das prateleiras do fundo A e B

Compartimentos nº	Artigos	Quantidade	Figura nº
	Prateleira do fundo esquerdo A		
21	Comparador de Cloro e do Ph	1	17
22	Conjunto para pesquisas de tóxicos (estojo de campanha para exame d'água e seleção de agentes químicos de guerra)	1	18
23	Estojo para exame de coagulação com quatro vidros de boca larga de 2 onças (59,14 ml)	1	14
	Prateleira do fundo, direita B		
24	Turbidímetro com 4 vidros de solução de 4 onças (118,28 ml)	1	20
	Caneco graduado de 1.000 ml	1	19

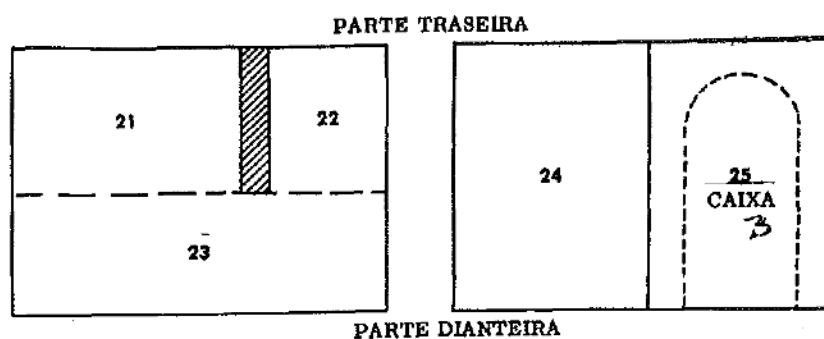


Fig 15

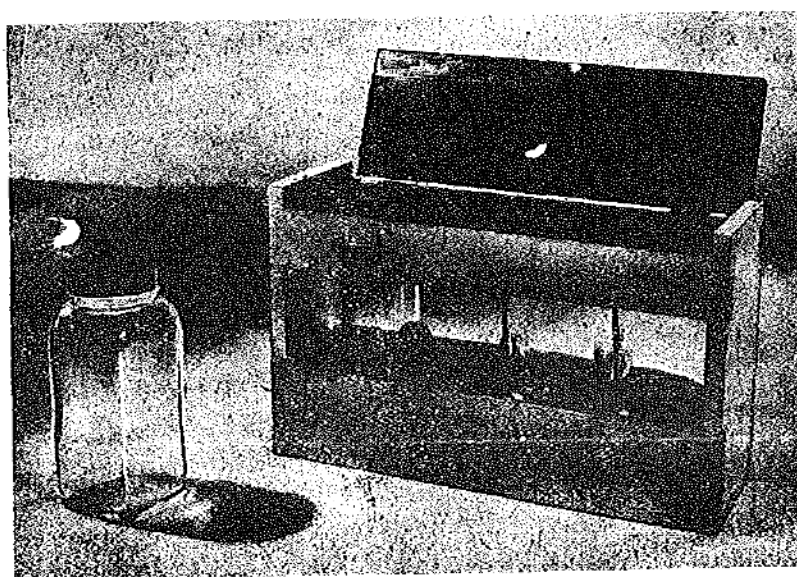


Fig 16 – Jogo de teste de coagulação

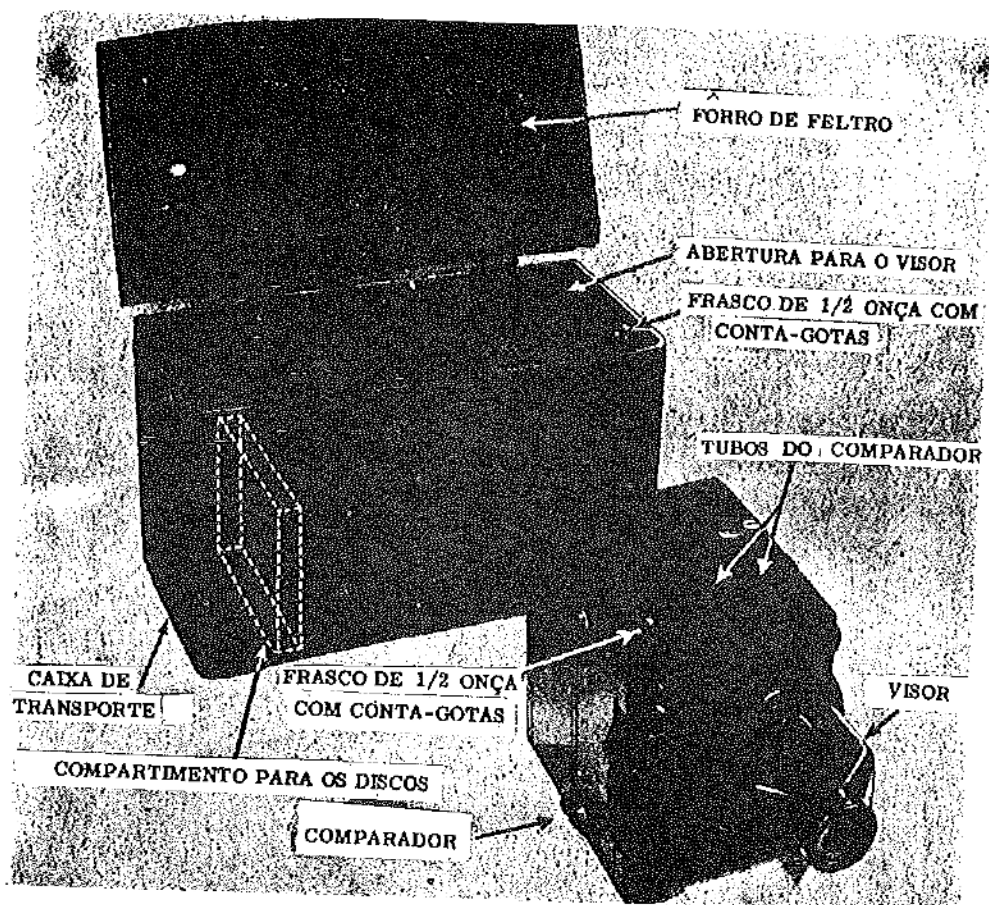


Fig 17 — Comparador de cloro e pH, com caixa.

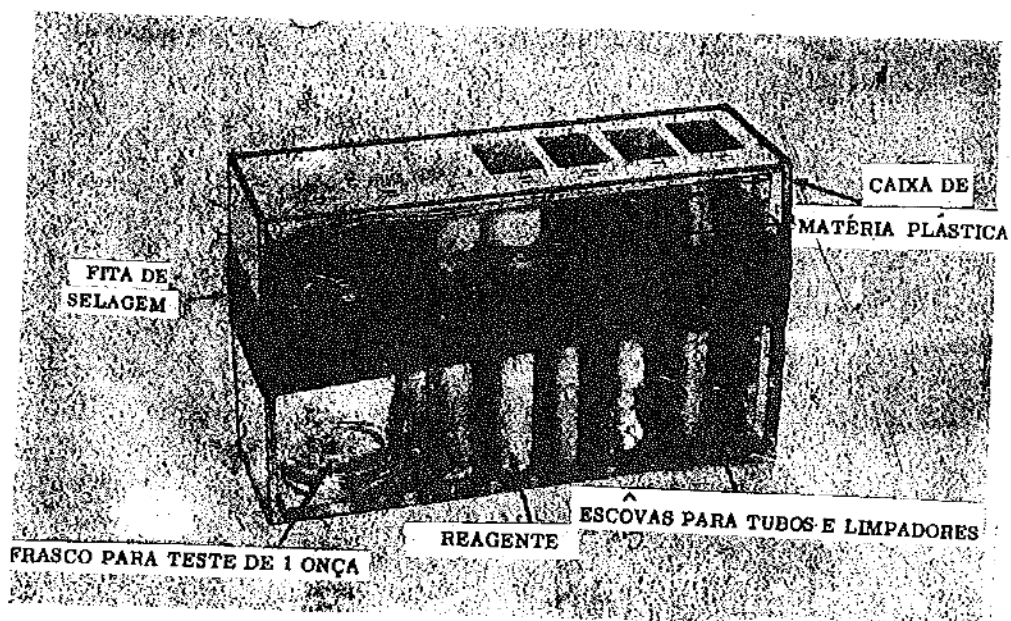


Fig 18 — Estojo de detecção do veneno, de campanha, para exame de água e filtração, quanto a agentes químicos de guerra.

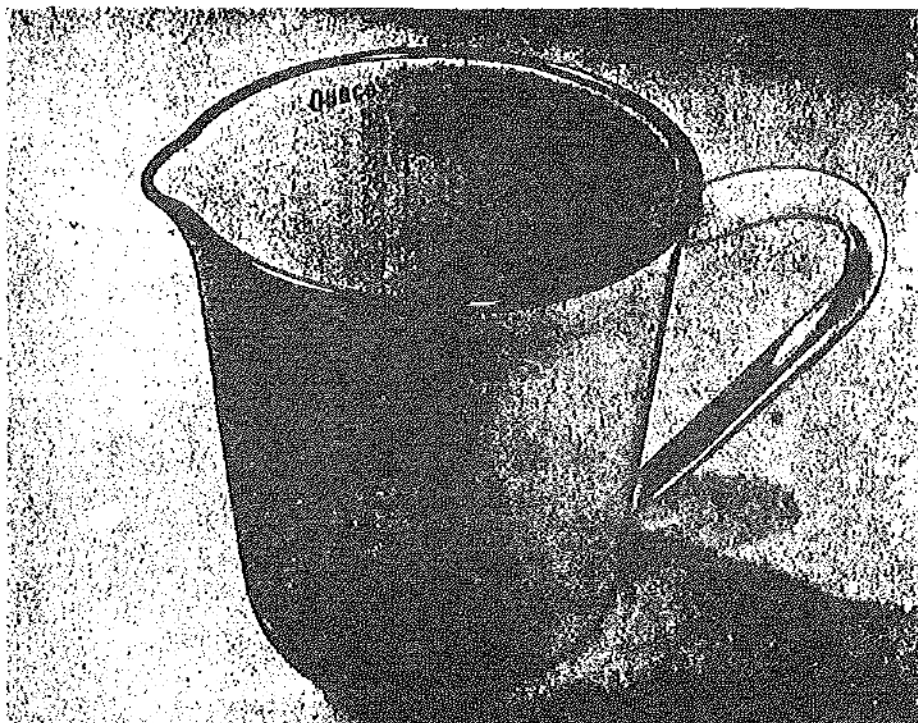


Fig 19 — Copo para medida, de porcelana, de 1-quarto ou 1.000 milímetros. Observe as graduações no copo

2. Comparador de pH e do cloro: (fig. 17), usado para determinar o pH e as taxas de cloro residual (veja par. 3). Consiste de uma caixa de madeira, com forro de feltro, que carregando discos coloridos para exames do cloro por comparação, comparador e 2 vidros de 1/2 onça (14,78 ml) com conta-gotas. O comparador não é fornecido com a caixa.

3. Conjunto para pesquisas de tóxicos: (Estojo de campanha, para exame de água e seleção dos agentes químicos de guerra) (fig. 18) usado na seleção de substâncias tóxicas na água (veja par. 7).

b. Prateleira direita B. A prateleira direita B contém o seguinte:

1) Caneco graduado de louça de 1 quarto ou 1.000 ml (fig. 19) usado para medir as substâncias químicas empregadas na coagulação (veja par. 4). O caneco é graduado na face, interna, em onça, quartas e mililitros. Uma marca preta no fundo do caneco é utilizada para fazer exames rápidos de turvação, conforme está descrito no parágrafo 6.

2) Turbidímetro (fig. 20). Usado para medir a turvação da água. Consiste de uma caixa de madeira, com visor, contendo 4 vidros de solução, de 4 onças (118,28 ml).

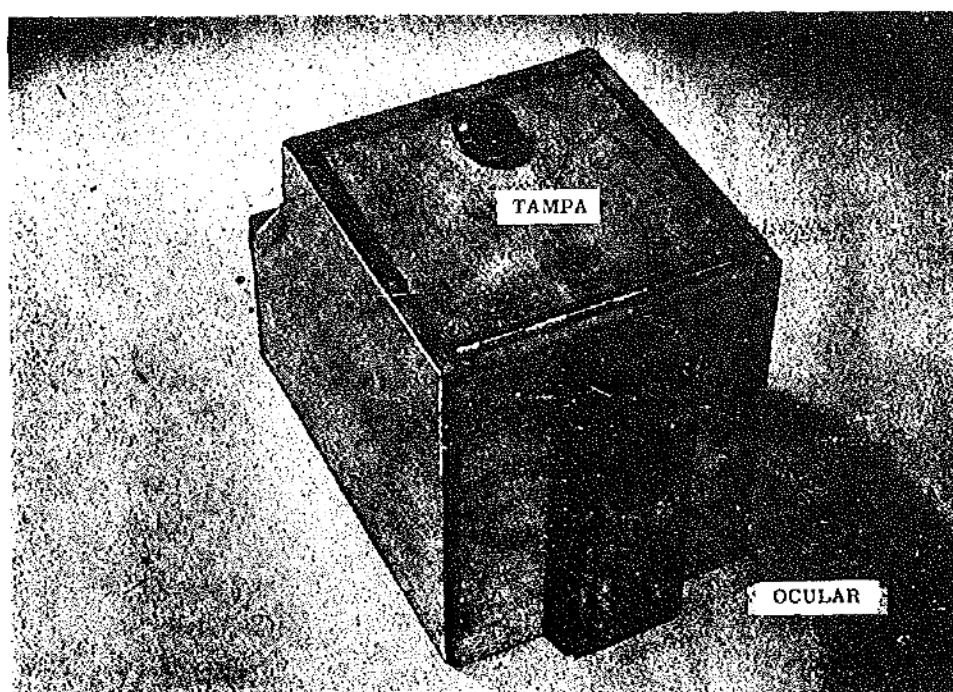
2. UNIDADES DE MEDIDA

a. Sistema de medição de substâncias químicas:

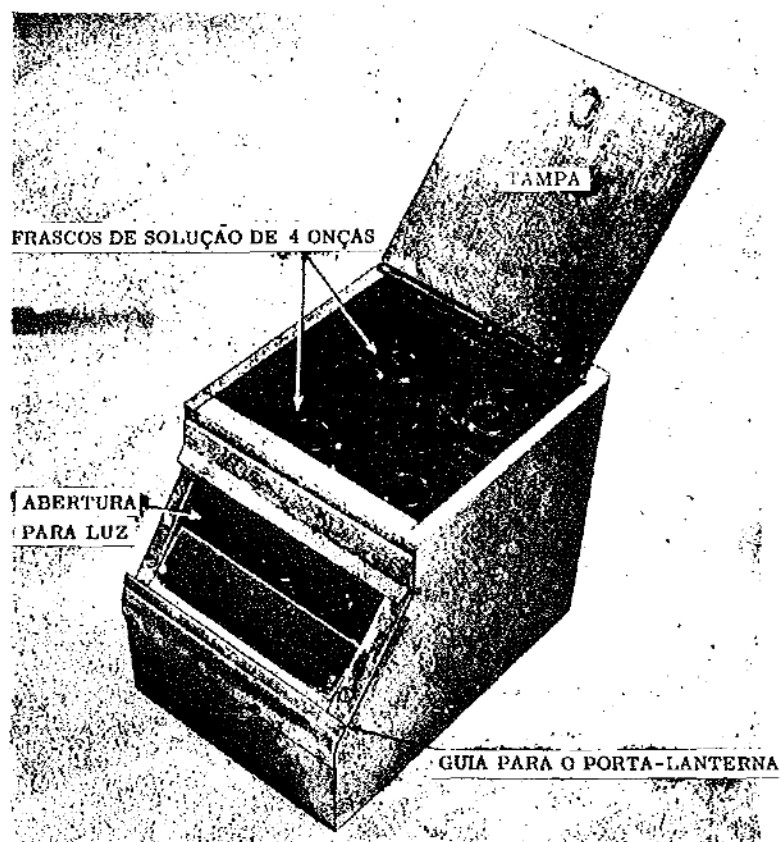
1) No tratamento da água, o peso das substâncias químicas utilizadas é expresso em (gramas por litros) (grãos por galão). Em doses maiores, as quantidades são utilizadas como libras por milhão de galões. Como uma libra tem 7.000 grãos, um grão por galão, é igual a 1/7.000 de libra por galão, ou 143 libras por milhão de galões.

($1/7.000 \times 1.000.000 = 143$). Para obter grãos por galão, divide-se o número de libras por milhão de galões, por 143.

2) Outra unidade de peso, por volume de água é: partes por milhão (ppm), que é uma abreviação de expressão ("partes", em peso, da substância por 1 milhão de partes, em peso, de "água". A palavra "parte" significa unidade idêntica, e pode ser usada para indicar, qualquer unidade ou medida. Por exemplo: 1 libra de alumínio por milhão de libras de água, ou 1 grão de alumínio por milhão de grãos de água, ambos significam 1 ppm. Entretanto, a água não



Vista frontal do turbidímetro pronto para o uso, mostrando a ocular.
Fig 20 -- Turbidímetro.



Vista de trás com a tampa levantada, mostrando a unidade com quatro frascos. Notar a abertura para a luz e o guia do porta-lanterna.
Fig 21 -- Turbidímetro.

é calculada em peso, de modo que o peso de um galão de água, é utilizado para converter libras por milhão de galões em partes por milhão. Como um galão de água pesa 8,34 libras, um milhão de galões pesa, aproximadamente 8.340.000 libras. Portanto, 8,34 libras por milhão de galões é igual a 1 ppm.

3) Desde que 143 libras por milhão de galões é igual a 1 grão por galão, e desde que 8,34 libras por milhão de galões é igual a 1 ppm, um grão por galão é igual a 143 dividido por 8,34 ou 17,1 ppm.

4) O quadro abaixo dá os fatores de conversão das unidades de medida. Cada unidade deve ser multiplicada pelo fator próprio, para se ter o valor desejado.

Para converter	Grãos por galão	Partes p/milhão (ppm)	Libras p/milhão de galões
	Multiplica-se por		
Grãos por galões	1	17,1	145,0
Partes por milhão	0,058	1	8,34
Libras por milhão de galões	0,007	0,12	1

5) As dosagens dos coagulantes químicos são usados em grãos por galão. Como 1 libra tem 7.000 grãos, a dosagem em libras pode ser determinada pela seguinte expressão:

$$\text{Libras de substâncias necessárias} = \frac{\text{Galões de água} \times \text{dosagem em grãos por galão}}{7.000}$$

Exemplo: Suponhamos que temos que tratar 3.000 galões de água, com uma dosagem de 8 grãos por galão.

Libras de substâncias químicas necessárias

$$= \frac{3.000 \times 8,00}{7.000}$$

$$= \frac{24.000}{7.000}$$

$$= 3 \frac{3}{7} \text{ libras}$$

$$= 3 \text{ libras e } 7 \text{ onças aproximadamente.}$$

6) Para cálculos de campanha, pode-se considerar 1 grão por galão, igual a um oitavo de libra por 1.000 galões.

b. Relações entre pressão e desnível.

Cada pé cúbico exerce na superfície de sustentação uma pressão de 62,4 libras por pé quadrado ou 0,43 libras por polegada quadrada (62,4 dividido por 144). Portanto uma pressão de 1 libra por polegada quadrada (psi) é produzida por uma coluna d'água, cuja base seja uma polegada quadrada e a altura 2,32 pés. Por conseguinte uma pressão de 1 libra por polegada quadrada é ocasionada por um desnível de 2,32 pés (1,0 dividido por 0,43 é igual a 2,32). Calcula-se, pois, a pressão em libras por polegada quadrada, multiplicando-se a altura em pés por 0,43. A altura em pés é calculada, multiplicando-se a pressão em libras por polegada quadrada, por 2,32.

3. DETERMINAÇÃO DO CLORO RESIDUAL E DO pH

Procede-se a determinação do cloro residual, para verificar se, após um período de tempo suficiente, existe ou não um resíduo mínimo de cloro na água, suficiente para esterilizá-la convenientemente. O fim principal da determinação do pH, é controlar a coagulação com pH ótimo. As provas para verificação do pH e do cloro residual, são feitas com o colorímetro.

a. Uso do Colorímetro.

1) **Generalidades.** O colorímetro utiliza vidros coloridos encaixados em um disco de matéria plástica para verificar o pH.

Juntando-se a uma solução indicadora, uma amostra de água pH ou cloro residual não se conhece, essa solução muda de cor com as variações do pH ou do cloro residual, e girando-se o disco de maneira que os vidros coloridos, passem ao lado da amostra, pode-se igualar as duas cores, a da amostra e a do disco. O conteúdo do cloro, ou o pH, é dado pelo vidro cuja cor mais se aproxima da cor da amostra.

2) **Procedimento.** Para usar o colorímetro, lave os dois tubos a serem usados na água a examinar. Encha o conta-gotas, até a marca graduada, com a solução indicadora e junte 1/2 ml de solução a um dos tubos (fig. 22 (1)); encha o outro tubo até a marca com a água a examinar. Junte a água deste segundo tubo ao primeiro no qual se colocou a solução indicadora (fig. 22 (a)) e misture bem. Encha novamente, o segundo tubo até a marca com a água a examinar (fig. 22 (3)). Ponha ambos os tubos no colorímetro, o segundo tubo por trás do disco de vidros coloridos, e o tubo que contém a solução indicadora atrás do orifício de visada (fig. 22 (4)). Gire o disco até conseguir cores iguais no tubo que contém a solução indicadora e no disco (fig. 22 (5)). Leia o valor diretamente (fig. 22 (6)).

b. Determinação do cloro residual

1) Para se determinar o cloro residual da água usa-se como indicador uma solução de ortotolidina. A cor que se produz quando esta solução reage com o cloro residual compara-se com as cores de um disco padrão do colorímetro. As leituras neste disco padrão são dadas em partes por milhão, sendo a leitura máxima no disco, de 2 ppm.

2) O tempo necessário para o desenvolvimento total da coloração, depende da temperatura e da espécie do cloro residual da água. Como algumas vezes o desenvolvimento da coloração é mais lento nas proximidades do ponto de congelação do que a 70° F. (21° C.), é conveniente aquecer a água antes de adicionar ortotolidina, para assegurar uma boa coloração. Consegue-se isto, conservando-se o tubo de amostra, na mão fechada. O desenvolvimento da coloração em água contendo cloro ativo livre, é muito rápido; geralmente leva um minuto. Quando se tratar de cloraminas originadas por combinações de cloro e amônia é mais lento: 70° F. (21° C) geralmente leva dois minutos. Para cloraminas formadas por cloro e alguns compostos nitrogenados complexos, o desenvolvimento total da coloração pode levar tempo muito maior. Por conseguinte, nos exames padronizados, deve-se esperar cinco minutos para o desenvolvimento da coloração, e tanto quanto possível a temperatura d'água deve ser superior a 50° F (10° C).

c. Determinação do pH.

1) **Generalidades.** Dispõe-se 3 soluções indicadoras para fazer determinações do pH com o colorímetro. Estes indicadores são: verde púrpura de bromocresol, com faixa de pH de 4,4 a 6,0; o bromotímol de faixa azul de 6,0 a 7,6 e a água purpúrea faixa de 7,6 a 9,2. O comparador possui discos de cores padrão abrangendo a faixa de cada indicador. Geralmente, deve-se usar primeiro o indicador do azul de bromotímol porque a maior parte dos valores do pH, está compreendida na sua faixa. Faz-se a leitura do pH, logo após a adição do indicador.

2) **Verificação da leitura de pH no limite das faixas.** Quando se usar o indicador de verde púrpura de bromocresol, as leituras de 3,8 ou 6,0 devem ser conferidas nos discos de azul de bromotímol, para certificar-se os resultados não estão acima da faixa do disco mais baixo. Do mesmo modo, os resultados, de 7,6 e 7,8 encontrados com o disco de água purpúrea, devem ser conferidos no disco azul de bromotímol. Esta conferência é necessária porque muitos indicadores colorimétricos estão sujeitos a uma variação sensível nos limites de suas faixas, de modo que nestes limites embora havendo variações consideráveis no pH, só se observam ligeiras variações de cor.

3) Metilorange e fenolftaleína como indicadores de pH.

Se não se dispuser do colorímetro, os indicadores de metilorange e fenolftaleína usados na determinação de alcalinidade, no estojo de campanha de controle da qualidade d'água, podem ser utilizados para examinar amostra de água. Procede-se da seguinte maneira:

a) Para determinar um pH baixo, superior ou inferior a 4,3 encha um vidro de exame até a marca de 50 ml, com água a examinar e pingue duas gotas de indicador de metilorange. Observe contra um fundo branco e interprete a cor: vermelho rosado, abaixo de 4,3; amarelo, acima de 4,5.

b) Para determinar um pH alto acima ou abaixo de 8,3 encha um vidro de exame até a marca de 50 ml com a água a examinar e pingue duas gotas de fenolftaleína. Observe contra o fundo branco e interprete: cor rosada — pH superior a 8,9, incolor inferior a 8,3.

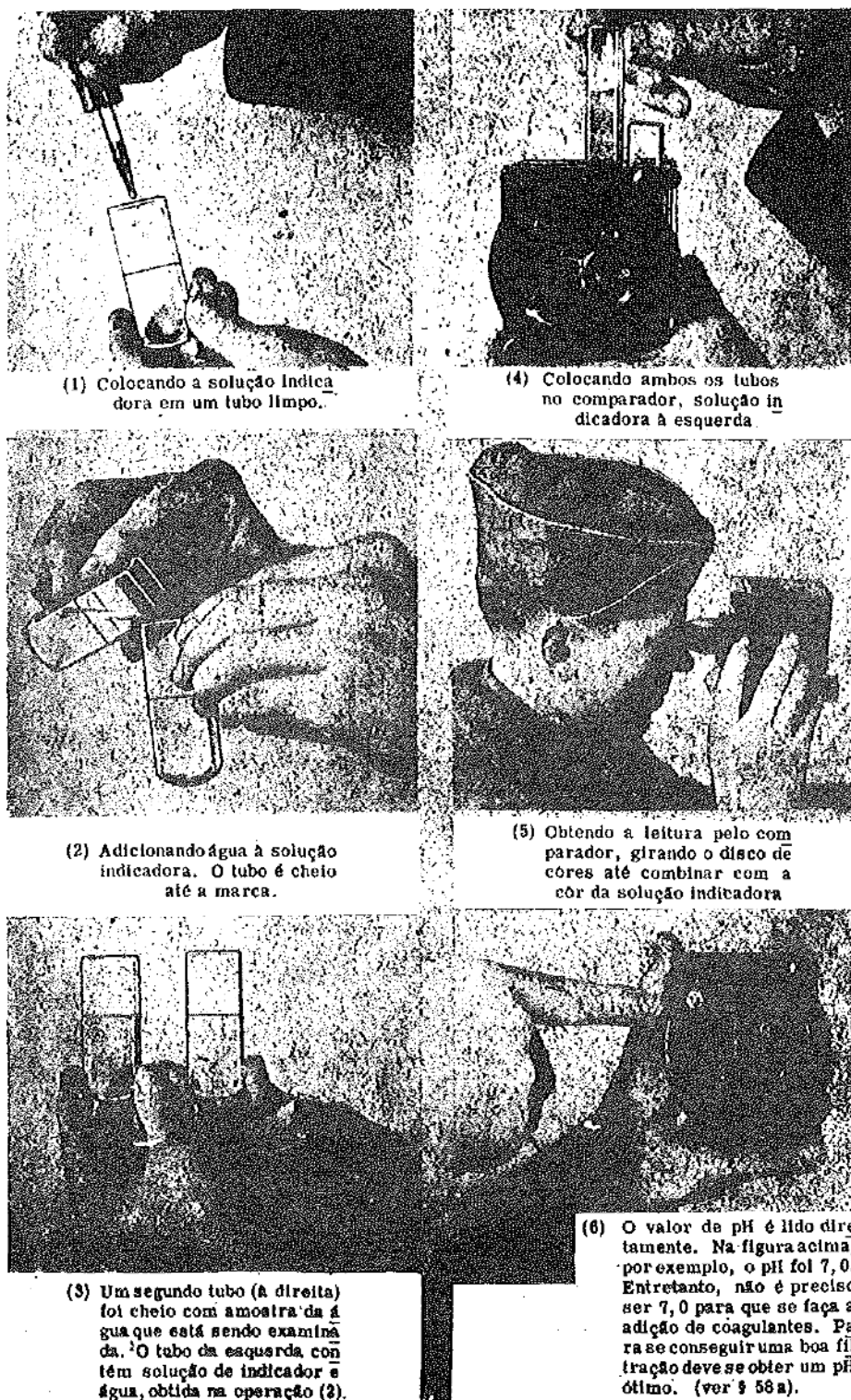


Fig 22

4. PROVAS DE COAGULAÇÃO

a. Generalidades. O fim desta prova é determinar o pH ótimo e calcular as quantidades adequadas de alumínio e soda para melhor floculação. O pH ótimo é o que dá melhor floculação e sedimentação. O valor ótimo varia consideravelmente com a água a ser tratada. O pH da água tratada deve igualar o pH ótimo conseguido na prova de coagulação.

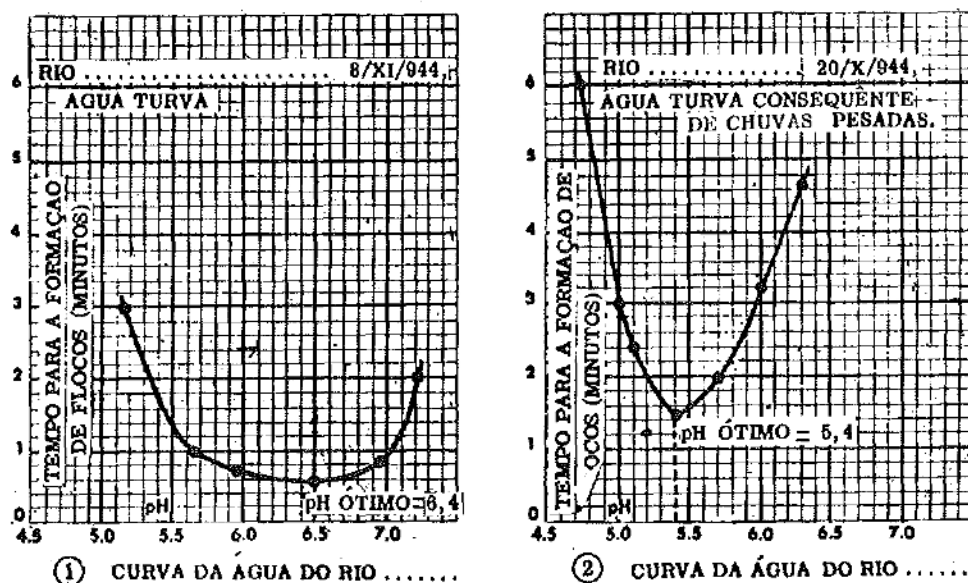


Fig 23 — Curvas de pH.

A fig. 23 (1), mostra uma curva de pH obtida nas águas de um rio. A fig 23 (2) mostra uma curva de pH obtida nas águas de um outro rio. Deve-se notar que o pH ótimo pode ser diferente em dias diversos, ou no mesmo dia em horas diferentes. A fig. 23 (1) indica uma água que tem uma curva mais aberta de pH, água que geralmente é fácil de ser tratada, porque se pode conseguir bons flocos, em limites amplos de pH. A fig. 23 (2) indica que será necessário um ajustamento muito preciso porque o pH ótimo é apenas uma faixa muito estreita. As soluções padrão de alumínio e de soda, são preparadas em campanha, usando cápsulas que contêm uma medida exata de substâncias químicas. Assim, obtém-se sempre uma solução da mesma concentração.

As provas de coagulação fazem-se com o estojo de coagulação mostrado na fig. 14.

b. Preparação das soluções — padrão.

1) Soluções de alumínio.

- Remova o conta-gotas graduado do vidro de alumínio (compartimento 20a) e coloque o funil no vidro vazio.
- Encha um dos vidros vazios da caixa, com água potável limpa e tenha-o à mão para a fase (d) alumínio.
- Abra uma cápsula de alumínio (compartimento 19a) diretamente sobre o funil, e esvazie o máximo possível. Cuide de aproveitá-lo o máximo.
- Despeje a água obtida em (b) no funil e lave-o bem, assim como a cápsula.
- Acabe de encher o vidro com água, depois que o alumínio tenha se dissolvido inteiramente.
- Quando, devido ao uso, a solução acabar, antes de preparar outra, jogue fora qualquer resto existente e lave o vidro.

2) Soluções de soda. Prepare a solução de soda, exatamente como a solução de alumínio, utilizando uma cápsula de soda, e o vidro de compartimento 20b e a.

c. Procedimento para a prova de coagulação.

- Encha 4 vidros do estojo de coagulação com a água a examinar.
- Empregue diferentes dosagens das soluções de alumínio em cada um dos quatro vidros. Em uma primeira experiência, empregue dosagens de 2, 3, 4 e 5 grãos por galão. Para ter uma dosagem de 1 grão por galão, encha o conta-gotas até a marca superior e esvazie até a marca inferior. Para dosagem de dois galões, encha até marca superior e o esvazie completamente.
- Ponha os vidros no suporte e agite fortemente durante dois minutos
- Ponha o conjunto na sombra e observe os vidros contra a luz para verificar se se formam flocos satisfatórios. Se isto se der, confira o pH do vidro correspondente, conforme se vê abaixo (7). Flocos satisfatórios são os que

atraem toda a turvação em suspensão, de modo que a água entre os flocos mostre-se clara e luminosa. Não são necessariamente flocos grandes, visto que os flocos grandes costumam ser leves, e não se depositam bem. Quando se usa o equipamento de purificação do Exército os flocos devem formar-se e serem visíveis a olho nu em menos de dois minutos.

5) Se não se conseguir flocos satisfatórios, esvazie os vidros e repita a prova, usando nova água, e dosagens de 6, 7, 8 e 9 grãos por galão.

6) a) Se ainda não se conseguir floculação satisfatória, repita a prova com nova água. Empregue as dosagens de alúmen como em (2) e (5), juntando ainda a metade da dosagem de solução de soda. Nota (A dosagem de soda que produz a melhor floculação não é necessariamente a metade da dosagem de alúmen. Pode-se realizar experiências mais completas, repetindo a prova com uma dosagem fixa de soda e quantidades variáveis de alúmen).

b) As soluções de soda e de alúmen, são do mesmo título, de modo que as marcas dos conta-gotas, representam a mesma dosagem em grãos por galão. Por exemplo: 2, 3, 4 e 5 grãos por galão de alúmen, exigem 1, 1 1/2 e 2 1/2 grãos por galão de soda. Como o conta-gotas não está calibrado para dosagens de 1/2 grão por galão, calcula-se o ponto médio entre as duas marcas o mais exatamente possível. Para evitar confusões durante as dosagens, o meio mais seguro, é marcar as dosagens necessárias a cada vidro, em um pedaço de papel.

7) Verifique o pH (par. 3) da água do vidro que deu a melhor floculação. Se algumas das dosagens derem bons flocos, escolha uma das dosagens mais baixas, para economizar material. Considere este pH, e as quantidades correspondentes de alúmen e soda, como o ótimo para floculação.

d. Cálculo das quantidades de alúmen e soda necessárias para a precoagulação de 3.000 galões de água.

1) Alúmen. Quando se desejar uma certa quantidade de alúmen em um tanque d'água, deve-se pesar a quantidade necessária. Se não se dispuser de balança, obtém-se o peso ao alúmen, medindo-se o volume d'água deslocado pelos cristais de alúmen. Para isso, enche-se o caneco de louça, graduado até a marca de 16 onças (473,12 ml) e junte cristais de alúmen, para elevar o nível de água. Portanto, quando o nível de água subiu 10 onças (295,7 ml) na graduação do caneco, visto que o alúmen pesa 1,6 vezes mais que a água, ajuntou-se 16 onças ou 1 libra (373,24 g) de alúmen. A tabela V dá os níveis d'água no caneco, após adição a um nível d'água de 16 onças, de dosagens de 1, 2, 3 e 4 grãos por galão, para 3.000 galões de água (11.356 l).

Tabela V — Dosagens de alúmen, e níveis d'água correspondentes no caneco graduado.

Dosagens de alúmen em 3.000 galões d'água (11.356 l)		Nível d'água no caneco graduado	
Gramas por litro	Grão por gal.	ml	Onças
0,0684	4	975,81	33
0,0513	3	857,53	29
0,0342	2	724,46	24,5
0,0171	1	591,40	20
Nível inicial da água		473,12	16

2) Processo de medição: O processo para pesar alúmen no caneco graduado, é o seguinte:

- Verifique a dosagem ótima do alúmen, pela prova de coagulação como em c, acima.
- Encha o caneco graduado, com água até a marca de 16 onças (473,12 ml) (fig. 24).
- Verifique a altura que a água deve atingir para obter a quantidade necessária (Tabela V).
- Junte cristais de alúmen até que a água atinja este nível. Verifique que ao atingir o nível fixado todo o alúmen esteja submerso. A fig. 27 mostra a medição de uma dosagem de grãos de alúmen por galão.
- Ajuste a dosagem conforme tenha que tratar mais ou menos do que 3.000 galões (11.356,00 l) d'água. Para dosagens acima de 4 grãos por galão (0,00684 grama x litro). Faça duas medições separadas e junte as duas dosagens ao mesmo tempo, para conseguir o valor mais alto.

3) Soda. Há dois métodos de medir a dosagem da soda:

- Quatro blocos de soda dissolvidos em 3.000 galões (11.356,00 l) de água dão uma dosagem aproximada de 1 grão por galão (0,0171 grama x litro).

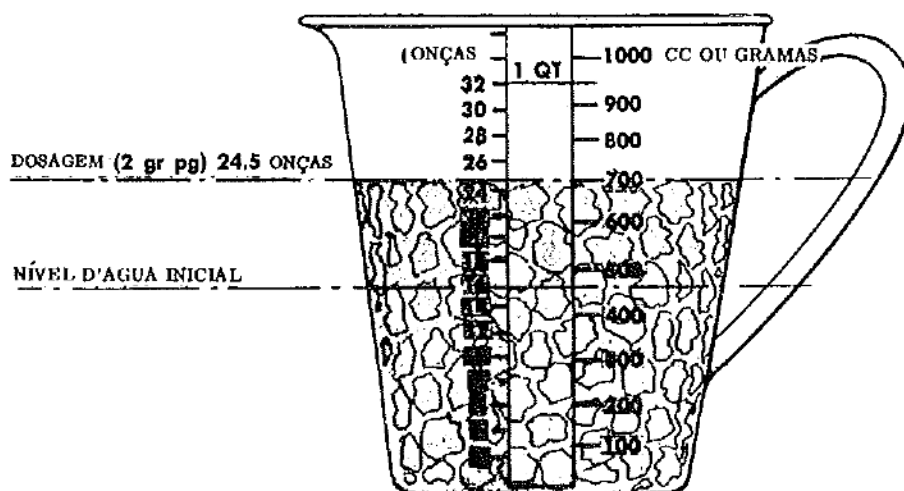


Fig 24 -- Mistura de 2 grãos por galão (dosagem de alumínio).

b) Fragmentos de blocos de soda podem ser medidos do mesmo modo que o alúmen.

A soda é 2,4 vezes mais densa que a água. Por conseguinte, quando o nível d'água subir 6,4 onças (189,24 ml) no caneco graduado, empregou-se 16 onças ou uma libra de (373,24 g) soda. Usa-se a Tabela VI para determinar a altura a que a água deve atingir, para obter a dosagem necessária.

Tabela VI -- Dosagem de soda, e nível de água correspondente no caneco graduado.

Dosagens de soda em 3.000 galões d'água (11.356 l)		Nível d'água no caneco graduado	
Gramas por litro	Grão por gal.	ml	Onças
0,0684	4	813,17	27,5
0,0513	3	724,46	24,5
0,0342	2	650,54	22,0
0,0171	1	561,83	19,0
Nível inicial da água		473,12	16,0

e. Prova de coagulação de emergência.

1) Generalidades. Se não se dispuser do estojo de campanha de controle da qualidade de água, pode-se improvisar vidros de prova, usando uma série de vidros, garrafas de leite, potes ou vasilhas idênticas. Os recipientes não necessitam ter a mesma forma ou capacidade, mas devem conter as mesmas quantidades de água. Aconselha-se pois usar um deles, para medir a água colocada nos demais.

2) Preparação de soluções de prova.

a) Consegue-se soluções saturadas de alúmen e de soda, retirando soluções dos depósitos das unidades de tratamento, ou dissolvendo alguns cristais de alúmen, em pequeno vidro d'água, e um bloco de soda em outro, até que após agitação vigorosa, a dissolução se complete. Em qualquer caso, conserve alguns cristais, na solução para garantir a saturação.

b) Como as soluções saturadas são demasiadamente fortes, devem ser dissolvidas. A solução de alúmen necessária é a que, empregada a dose de 1/2 ml para 236,583 ml (1/2 pinta) de água, baixa o pH de 0,2 a 0,3 -- por

exemplo de 6,8 a 6,6 ou 6,5. Geralmente, diluindo-se 1 parte da solução saturada de alúmen em 10 partes d'água, obtém-se uma solução satisfatória. A solução de soda necessária é a que eleva o valor pH de 0,2 a 0,3, por ex. de 6,8 a 7,0 ou 7,1. Consegue-se uma solução adequada diluindo-se uma parte da solução saturada de soda em 20 partes de água.

3) Execução do teste. Efetue a prova de coagulação de emergência da seguinte maneira:

a) Determine o pH da água.

b) Se o pH é de 6,4 ou superior, e a água for praticamente incolor, ponha volumes iguais de água em 6 vidros. Junte quantidades crescentes da solução diluída de alúmen a cada vidro de água. Para começar junte 1 ml ao primeiro vidro, 2 ao segundo, 3 ao terceiro e assim por diante.

c) Mexa rapidamente todos os vidros com uma vara limpa, mas não faça mais de dois movimentos circulares, para misturar as soluções com a água. Continue agitando a água, o suficiente para conservá-la em movimento por um período não inferior a 5 minutos.

Nota: (Agitação violenta fragmenta os flocos e impede a formação de partículas visíveis).

d) Enquanto se faz a agitação, observe todos os vidros e note em qual deles os flocos se formam primeiro. Marque o tempo de agitação que produz os primeiros flocos. Se os flocos se formam em 2 minutos após a adição das soluções químicas, o resultado pode ser valioso. Observe as características dos flocos, e da água entre as partículas após a suspensão da agitação. Uma água clara e brilhante entre partículas e flocos bem formados, satisfaz. Contudo, para completar, a prova deve ser continuada, até conseguir flocos pobres, pela adição de maiores quantidades de alúmen. Uma série de vidros, com bons flocos, precedida e seguida de vidros com flocos pobres, indicam um teste completo.

e) Determine o pH da água em cada vidro a que juntar alúmen; o valor pH do vidro que apresentar os melhores flocos, é o pH ótimo. Os valores pH de todos os vidros em que se formarem bons flocos, podem ser incluídos na faixa do pH.

f) Operando com aparelhos móveis ou portáteis de purificação, o suprimento de substâncias químicas, é regulado de modo a que o pH do efluente corresponda ao valor ótimo determinado na prova. Quando se usar o tratamento em lotes, introduz-se o alúmen, por meio do cesto. A dosagem e o pH devem ser corrigidos quando o tanque estiver pela metade, e a dosagem ajustada de modo a se apresentar correta quando o tanque estiver cheio.

g) Se o valor pH da água a ser tratada for inferior a 6,4 ((a) acima) ou se os resultados da prova dos vidros, usando somente alúmen, mostrarem que a água tem insuficiente alcalinidade, deve-se juntar soda. Enche-se as séries de jarros com água. Junta-se a cada jarro, quantidade de solução diluída e soda necessária para elevar o valor pH a 7,6. Além disso, junta-se um adicional de 4 ml de soda à cada pote e adiciona-se solução diluída de alúmen (veja (b), (c), (d) e (e) acima).

h) Se não se conseguir um pH ótimo, ou os flocos demorarem a se formar, repete-se a prova com maiores quantidades de alúmen e soda.

i) Quando se usa a soda no tratamento por lote, emprega-se quantidades de soda e alúmen relativas às encontradas na prova. Em geral, o pH ótimo pode ser estabelecido usando somente alúmen. A soda só deve ser empregada quando absolutamente necessária.

5. PROVAS DE SALINIDADE

a. **Generalidades.** As quatro provas de salinidade que se pode fazer com o estojo de controle de qualidade d'água são:

1) **A prova de dureza pelo sabão**, que é uma medida da dureza total, usualmente sal de cálcio e de magnésio existentes na água. Estas substâncias produzem águas duras, que causam incrustações nas caldeiras e nos radiadores dos automóveis.

b. **A prova de alcalinidade**, indica as quantidades dos carbonatos, bicarbonatos e hidróxidos existentes na água.

c. A prova dos cloretos, mede a quantidade dos íons de cloro na água medindo indiretamente as quantidades do cloreto de sódio ou sal comum existentes.

d. A prova do sulfato, é feita para determinar se existe ou não sulfato em quantidade capaz de produzir efeitos fisiológicos não desejados. As prescrições assinalam o conteúdo máximo permissível de sulfato em 250 ppm. Apesar disso, águas contendo doses maiores de sulfato, podem ser e são consumidas sem efeitos fisiológicos nocivos. Um conteúdo baixo de sulfato, geralmente indica um baixo conteúdo de sulfato de magnésio.

2) (a) Cada uma das quatro provas de salinidade serve para identificar as características minerais da água. Em conjunto elas dão uma estimativa da quantidade total dos sólidos em dissolução que é a base geralmente usada na classificação das águas, conforme o conteúdo mineral. A quantidade total de sólidos dissolvidos na água pode ser calculada aproximadamente da seguinte maneira:

Alcalinidade	= 200 ppm.
Sulfatos	= 100 ppm.
Cloretos	= 300 ppm.
Total de sólidos em dissolução	= $200 + (100 \times 1,4) + (300 \times 1,6) = 200 + 140 + 480 = 820$ ppm de sólidos em dissolução.

(b) Este método baseia-se em certas presunções e não dá um resultado exato.

3) Estão previstos para cada prova dois vidros de reagentes, um grande e um pequeno (compartimento 14 e 17). As quantidades gastas durante a prova são substituídas, retirando a solução do vidro grande para o pequeno. Os vidros de prova (compartimento 11) em que a amostra de água é examinada, encontra-se na gaveta esquerda de reagentes. Estes vidros têm 2 marcas, uma assinalando a capacidade de 50 ml e o outro a de 100 ml. As soluções de prova são medidas com uma pipeta (veja fig. 9). Estas pipetas fornecem um total de 1 ml marcado no limite superior, e são calibrados em décimos de ml. Cada pipeta deve ser usada somente para a prova que está assinalada na caixa de pipeta e é colocada diretamente no seu lugar, logo que a prova termine. A pipeta é manipulada convenientemente, colocando-se na palma da mão direita com o bulbo de borracha entre o polegar e o indicador.

b. Prova da dureza pelo sabão.

1) Encha o vidro marcado "Hardness Testing Bottle" até a marca de 50 ml com a água a examinar.

2) Junte a solução de água e sabão, marcando a quantidade.

a) Usando a pipeta de sabão juntar 1/2 ml de solução de água e sabão. Sacuda o vidro fortemente. Se não se formar espuma, continue juntando solução de sabão em frações de 1/2 ml, sacudindo o vidro, e deitando-se de lado, após cada adição. Logo que se conseguir espuma, deixe o vidro deitado e em repouso até que a superfície da espuma comece a romper-se suficientemente para que a água se mostre com facilidade pela abertura na camada de espuma, ou se a espuma não se romper, deixe o vidro em repouso, sem tocá-lo, por 5 minutos. A não ser que a água seja muito macia, quase todas as bolhas desaparecem após a primeira adição de sabão. Juntando-se mais sabão, a rutura da camada de espuma, fica menor, e passa-se mais tempo antes que ocorra o rompimento da espuma.

b) Se a camada de espuma permanecer íntegra após 5 minutos, é considerada como espuma permanente, e a prova termina. O número total de ml empregado para obter esta espuma, indica a dureza em ppm, do seguinte modo: dureza em ppm = 50 x (o número total de ml necessário à obtenção de espuma permanente).

3) Se estiver sido necessários mais de 6 ml de solução de sabão para se conseguir a espuma permanente, repete-se a prova com uma nova amostra de água, misturada com água de dureza zero, em partes iguais. Para isso, mede-se 25 ml de água a examinar no cilindro graduado (fig. 13) e coloca-se no vidro de exame de dureza. Em seguida retira-se cuidadosamente 25 cm de água de dureza, zero da parte superior do vidro de exame para evitar a perda do material sólido. Junta-se esta porção à água que já se acha no vidro de exame. Proceda-se como na prova acima (2) e calcula-se a dureza em ppm do seguinte modo:

Dureza em ppm = 100 x (o número total de ml de solução de sabão necessário à obtenção de espuma permanente).

4) Faça as provas empregando água de dureza zero na quantidade que for necessária. Antes de guardar o vidro, complete-o com água potável clara, para uso posterior. Se a água de dureza zero, não chegar para completar as provas, encha o vidro com água potável limpa, e sacuda-o brandamente durante 10 minutos, antes de empregá-la. Os sólidos existentes no vidro são suficientes para amaciar cerca de 40 porções de 25 ml antes de se esgotarem. Para

conferir a dureza zero da água, ponha 25 ml no vidro de exame e junte 1/2 ml de solução de sabão. Se não se conseguir espuma durante 5 minutos, os sólidos estão esgotados. Estes sólidos podem amaciar águas muito duras, entretanto, sua eficiência pode ser prolongada, substituindo a água que for sendo empregada por água reconhecida como relativamente macia. Não se deve desperdiçar qualquer quantidade de água de dureza zero.

5) Quando existir na água uma certa quantidade de magnésio, muitas vezes obtém-se um resultado falso, antes que toda a dureza da água tenha reagido com o sabão. Para se ter a prova que o resultado obtido não é falso, depois de se conseguir a primeira espuma permanente, junte-se mais 1/2 ml de solução de sabão. Se após esta adição, a espuma resultante romper-se antes de se passarem 5 minutos, o primeiro resultado era falso, devido à presença de magnésio. Continua-se então, a adição de sabão, até se obter novamente uma espuma permanente. Despreza-se o primeiro resultado, adicionando-se ao total a quantidade de sabão exigido pela prova.

6) Para produzir espuma em água sem dureza (água destilada) necessita-se de uma quantidade de sabão, muito pequena. Esta quantidade chamada fator de espuma, varia com a qualidade do sabão, ordinariamente este fator vem assinalado no rótulo do vidro de sabão reagente. Dada a concentração da solução de sabão usado nesta prova, este fator não deve exceder a poucos décimos de ml. Para obter um resultado exato, deve-se subtrair estes ml da quantidade usada antes de fazer o cálculo da dureza.

c. Prova de Alcalinidade. A alcalinidade da água pode ser a alcalinidade total ou alcalinidade pelo metil-orange (MO), ou alcalinidade pela fenolftaleína. Poucas águas superficiais ou do subsolo, mostram alcalinidade à fenolftaleína. Com exceção das ácidas quase todas as águas apresentam alcalinidade pelo metil-orange (MO).

1) Alcalinidade ao metil-orange.

a) Encha o vidro do compartimento 11, com a água a examinar, até a marca de 50 ml.

b) Junte 2 gotas da solução indicadora de metil-orange. Ponha o vidro sobre um fundo branco, toalha por exemplo, para que se possa notar facilmente qualquer variação da coloração.

c) Adicione-se ácido sulfúrico diluído com a pipeta correspondente, até que a cor da solução comece a virar do amarelo, para o avermelhado; marque o número total de ml utilizados.

d) Calcula-se a alcalinidade MO, em ppm, do seguinte modo: alcalinidade MO ppm = 100 x (número total de ml de ácido sulfúrico empregado). Exemplo:

Água empregada 50 ml, ácido sulfúrico empregado 2,5 ml. Alcalinidade MO ppm = $100 \times 2,5 = 250$ ppm.

2) Alcalinidade ao fenolftaleína.

a) Encha o vidro de compartimento 11 com água até a marca de 50 ml.

b) Junte duas gotas de solução indicadora de fenolftaleína. Ponha sobre uma superfície branca como na prova anterior. Se não houver coloração, considere a alcalinidade ao fenolftaleína como do valor zero.

c) Se aparecer uma cor avermelhada, junte solução de ácido sulfúrico gota a gota, até o desaparecimento da coloração. Anote o número de ml, de ácido usado.

d) A alcalinidade ao fenolftaleína em ppm calcula-se do seguinte modo:

Alcalinidade ao fenolftaleína em ppm = $100 \times$ (número de ml de ácido sulfúrico empregado).

d. Prova de Cloratos.

1) Encha o vidro do compartimento 11 com água até a marca de 10 ml.

2) Junte 3 gotas da solução indicadora, cromato de potássio (amarelo).

3) Junte solução de nitrato de prata com a pipeta correspondente até que a cor mude de amarelo para fracamente vermelho. À medida que for adicionando a solução de nitrato, agite levemente o vidro. Anote o número total de ml de solução de nitrato empregado.

4) Calcula-se a quantidade de cloretos na base do radical CL do seguinte modo:

Cloreto ppm = $100 \times (\text{o número total de ml de nitrato de prata empregado})$.

Exemplo: A água empregada 50 ml — nitrato de prata empregado 2,3 ml — cloretos ppm = $100 \times 2,3 = 230$ ppm.

e. Prova de sulfatos.

1) O valor do sulfato é achado por tentativas, pois a prova só fornece resultados aproximados. Por este motivo, pode ser necessário repetir a prova várias vezes.

2) A prova começa, com a dosagem por sulfatos a 100 ppm, como se segue:

a) Encha um vidro do compartimento 11, até a marca de 100 ml, com água.

b) Junta 1 cm³ de solução de cloreto de bário com a pipeta correspondente, sacuda intermitentemente por 10 minutos.

c) Rasgue um bocado de papel de filtro em pedacinhos. Ponha-os no vidro.

d) Sacuda por 5 minutos, ou até que o papel fique inchado e gelatinoso.

e) Ponha um funil com papel de filtro em um segundo vidro do compartimento 11. Para colocar o papel de filtro, dobre-o primeiramente em quartos (veja fig. 25). Ponha o papel no funil, forrado completamente o cone do funil.

f) Filtre cerca de um quarto de líquido, no segundo vidro. Lave o vidro com este filtrado e derrame-o. Continue a filtração até encher o vidro pela metade (50 ml).

g) Junta 1 ml da solução do cloreto de bário ao filtrado com a pipeta correspondente, agite por 5 segundos e observe imediatamente se se forma ou não um precipitado.

3) Se não houver precipitado, considere a quantidade de sulfatos como inferior a 100 ppm; se se conseguir um precipitado imediatamente, ou uma solução leitosa, os sulfatos estão em quantidade superior a 100 ppm, e deve-se ensaiar uma amostra para 200 ppm. Este ensaio executa-se como em (2), mas na fase (b), junta-se 2 ml da solução de cloreto de bário. Se se tiver de fazer outros ensaios, junta-se 1 ml de solução de cloreto de bário para cada adicional de 100 ppm. Portanto, para constatar 300 ppm de sulfato, emprega-se 3 ml de reagente. Note-se que o ml de reagente que se junta depois da filtração (2) (g) acima não é reduzido.

4) Resultando uma solução límpida, a quantidade de sulfato é inferior às ppm que se ensaiam no momento e se situa entre o valor da experiência e o da experiência anterior. Se resulta um precipitado ou uma solução leitosa, a quantidade de sulfato é superior ao valor experimentado de sulfatos, e procede-se à nova experiência para valor superior.

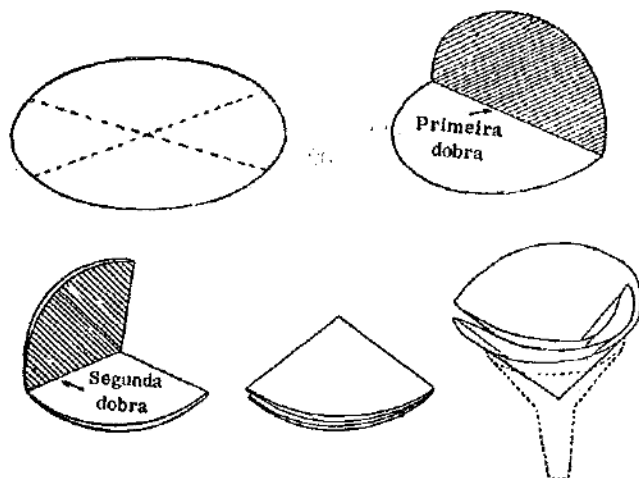


Fig 25 — Dobragem do papel-filtro para o uso com o funil.

6. PROVAS DE TURVAÇÃO

a. **Generalidades.** A medição da turvação mostra a quantidade de matéria suspensa existente na água, ou o grau de remoção após o tratamento. Há dois tipos de provas de turvação. O primeiro usa o turbidímetro (fig 20) e soluções de turvação padrão. O segundo tipo utiliza a mancha preta do caneco de louça que dá resultados aproximados, porém, muito rápidos.

b. Preparação de padrões de turvação.

1) Preparação de água isenta de turvação. Preparam-se os padrões de turvação usando água isenta de turvação, e juntando-se quantidades conhecidas de soluções de turvação padronizada. A água pode parecer limpa, e contudo encerra algumas ppm de turvação, e esta deve ser eliminada antes de preparar os padrões. Para preparar água isenta de turvação proceda do seguinte modo:

a) Encha o vidro quadrado de 8 onças (236,56 ml) da gaveta direita de utensílios e um vidro dos de prova de coagulação com água potável limpa.

b) Em cada vidro ponha uma folha de papel de filtro rasgado em 10 ou 15 pedaços.

c) Sacuda os vidros intermitentemente por 10 minutos. O papel deve começar a se desmanchar e ficar gelatinoso.

d) Junte 1 ml da solução de alumínio (1 conta-gotas cheio = 1 ml) a cada vidro e sacuda por 5 minutos.

e) Ponha um funil com papel de filtro em dois dos vidros do turbidímetro. Os vidros devem estar bem limpos.

f) Filtre cerca de um quarto de cada vidro, remova o funil, lave o vidro com o filtrado, e jogue-o fora. Continue a filtração até encher o vidro. Feche imediatamente o vidro com a tampa, para evitar o pó, e marque "0" com o lápis de cera.

2) Preparação de um padrão de turvação de 3 ppm.

Ao segundo vidro da água preparada acima (1) junte 3 ml da solução de turvação padrão, do vidro de solução de estoque. Imediatamente, antes de usar a solução turva do estoque, sacuda o vidro fortemente.

O tempo decorrido entre a agitação e a retirada da quantidade necessária não deve ser maior que 1 minuto. Marque o vidro com um "3".

3) Preparação de outros padrões de turvação. Se o operador não estiver familiarizado com o uso do turbidímetro, deve preparar padrões de 1 ppm, e de 10 ppm, para exercitar-se. O padrão de 1 ppm necessita 1 ml da solução de estoque, e o de 10 ppm, 10 ml da mesma solução. Compare combinações diversas de padrões no turbidímetro. Os padrões de turvação baixa têm duração muito curta e devem ser substituídos semanalmente. Em condições ideais, deve-se dispor no mínimo, de quatro padrões para comparação com as amostras de água, mas a quantidade de solução de estoque e o número de vidros no aparelho, não permite um exame tão completo. Por este motivo, para os exames de rotina recomendam-se somente dois (o de "0" ppm e o de "3" ppm). O padrão de 3 ppm é o mais útil, quando só se pode preparar um padrão.

c. **Uso dos turbidímetros.** Ponha o padrão e a amostra a examinar no turbidímetro próximo da abertura para a luz, como se vê na fig. 26. Remova os outros vidros do aparelho. Quando fizer comparações, limpe os vidros cuidadosamente antes de colocá-los no aparelho. Aplique o olho bem junto à objetiva da parte de trás, dirigindo a abertura da frente em direção ao sol. Para comparações noturnas ou dentro de casa, use a lanterna elétrica e o suporte como se vê na fig. 5. Os raios diretos de luz fazem brilhar as partículas em suspensão, e o trajeto dos raios luminosos pode ser visto com facilidade. Em tempo encoberto, as partículas dão a água um aspecto leitoso. A água que não tem turvação, não mostra os raios luminosos, nem aspecto leitoso.

d. Procedimento para provas de rotinas de turvação.

1) Ponha a água a examinar, em um vidro vazio de exame de turvação. Este vidro, bom como o de padrão, devem estar bem limpos.

2) Ponha a amostra e o padrão zero no turbidímetro como em (c) acima. Esta comparação dá ao observador o contraste entre uma amostra com turvação e uma sem turvação.

3) Substitua o padrão zero, pelo padrão de 3 ppm. Marque a turvação, como inferior, igual ou superior a 3 ppm.

c. Uso do caneco graduado, para determinar a turvação.

1) Para examinar baixas turvações, como os dos efluentes de um aparelho de purificação, ponha a água no caneco até a altura de meia polegada, e observe a mancha preta. Encha o caneco e observe novamente. Se a mancha aparecer tão preta como anteriormente, isto é sinal de estar se produzindo uma turvação razoavelmente baixa (inferior a 5 ppm). Uma turvação superior a 5 ppm, produzirá um matiz leitoso ou acizentado.

2) Como não é fornecido turbidímetro para ser usado com águas superficiais, o caneco medidor pode ser empregado para constatar se uma água de superfície tem uma turvação superior ou inferior a 100 ppm. Proceda do seguinte modo:

a) Encha o caneco, completamente.

b) Não enxergando mais mancha preta, a turvação é de 100 ppm ou maior.

c) Se o contorno da mancha ainda for visível, a turvação é inferior a 100 ppm.

f. Solução de estoque.

Se agitarmos bem a solução de estoque antes de retirar qualquer quantidade, ela conservará sempre a mesma eficácia. Recomenda-se desprezar a solução, quando só restar cerca de 3 cm.

7. PESQUISAS DE TÓXICOS

a. Generalidades. Empregam-se estas provas para descobrir fontes de águas contaminadas com agentes químicos de guerra que não podem ser tratadas nem tornadas potáveis, pelos métodos comuns de tratamento de campanha. Estas provas são executadas com o estojo de campanha, de exame d'água e de detecção de agentes químicos de guerra. Quando se usar o estojo, devem ser tomadas as seguintes precauções:

1) As amostras de água para estas provas devem ser colhidas diretamente, na fonte.

2) Não se deve efetuar provas com águas já depuradas, por que as reações químicas que se realizam durante o tratamento podem falsear os resultados.

3) Quando as fontes de água estão contaminadas, deve-se procurar encontrar uma fonte cujo exame dê um resultado satisfatório, ou conseguir permissão do oficial qualificado para tratar a fonte contaminada.

4) Quando se deseja determinar o pH e as necessidades de cloro, não use papel de nitrazina, se se dispuser do comparador de pH e do cloro.

5) Um pH inferior a 6,0 dá origem a suspeitas, porque quase todas as águas naturais têm um pH superior a 6,0. Contudo águas de pântano, fortemente coloridas, podem ter um pH inferior a 6,0. Neste caso, um abaixamento considerável do grau normal, deve ser considerado suspeito.

6) Uma necessidade de cloro superior a 5 ppm dá origem a suspeitas. Entretanto, matérias vegetais em decomposição podem originar grandes necessidades de cloro.

b. Procedimento na execução das provas.

1) Direções gerais. Antes de empregar o estojo, leia as instruções cuidadosamente. As instruções estão contidas nos estojos e cada estojo está identificado como se vê na fig. 27. Recolha a água o mínimo possível. Comece com a prova do arsênico, e enquanto ela se realiza, proceda as demais.

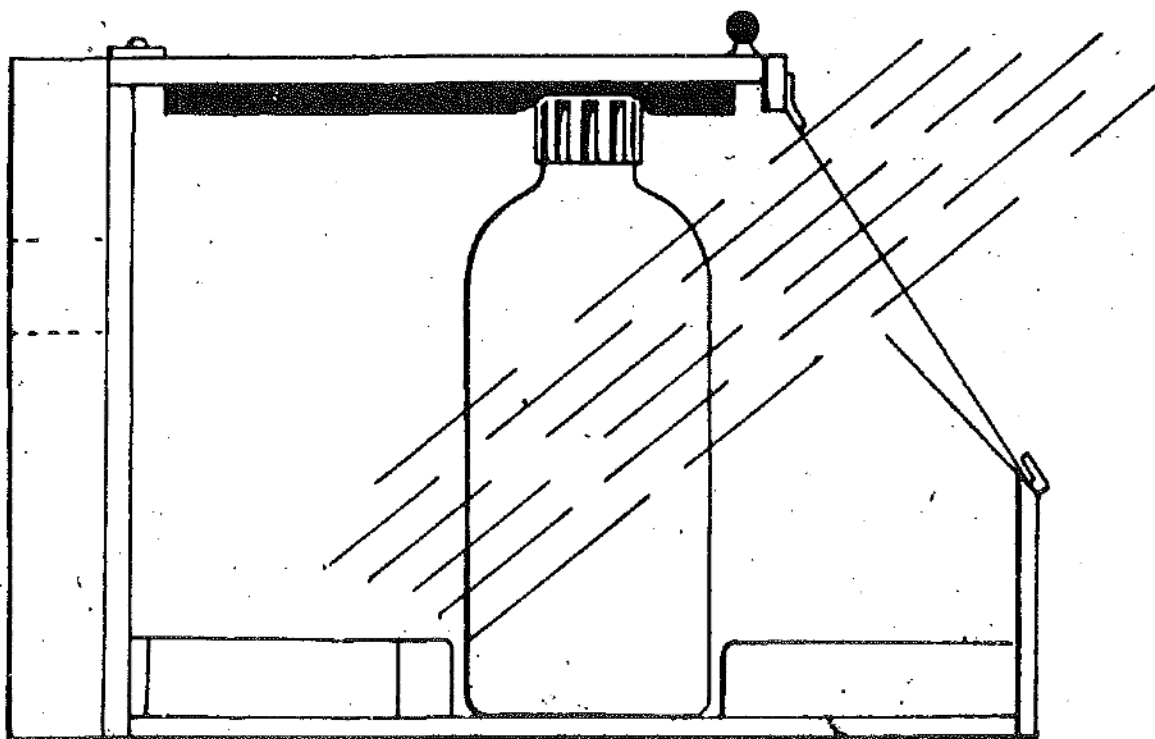


Fig 26 — Raios de luz e posição das garrafas para amostragem em uso no tubidímetro.

2) **Prova de arsênico.** O processo para realizar as provas para lewisita e outros agentes que contêm arsênico é o seguinte:

- a) Encha o frasco P (fig. 27) até a marca, com a água a examinar.
- b) Ponha dois grânulos do frasco A dentro do vidro P e sacuda até dissolução.
- c) Do frasco B (fig. 27) retire uma tira de exame, pela extremidade. Ponha esta tira cuidadosamente no tubo H, como se vê na fig. 28. Dobre a tira na extremidade de modo que ela fique no tubo, com a dobra pendurada no rebordo do tubo. No manuseio da tira, toque somente, a extremidade e conserve a tira seca.
- d) Quando os grânulos adicionados na fase (b) se dissolverem, junte cinco grânulos do frasco C ao conteúdo do vidro P.
- e) Imediatamente ponha o conjunto do papel de exame preparado em (c) no vidro, como está na fig. 28 para que os gases ao se desprenderem e subirem, passem pelo papel de exame.
- f) Se o vidro estiver frio, aqueça-o na mão. Deixe tudo em repouso por 20 minutos.
- g) Remova a tira de exame e observe a extensão da mancha amarela ou parda resultante. Uma mancha de 1/4 de polegada, indica um resultado positivo; uma mancha inferior a 1/4 polegada, resultado negativo.

3) **Turvação e coloração.** Encha o tubo de exame com a água a examinar e verifique a ausência ou presença de turvação e coloração. Contudo, a presença unicamente de coloração e turvação, não é prova concluyente da presença de agentes químicos. Continue o exame.

4) **Prova do pH.** Mergulhe uma tira de papel de nitrazina na água e compare a cor resultante com a tabela de cores.

Um pH bem inferior a 6,0 indica uma contaminação possível. Se se dispuser do comparador de cloro, use-o para determinar o pH.

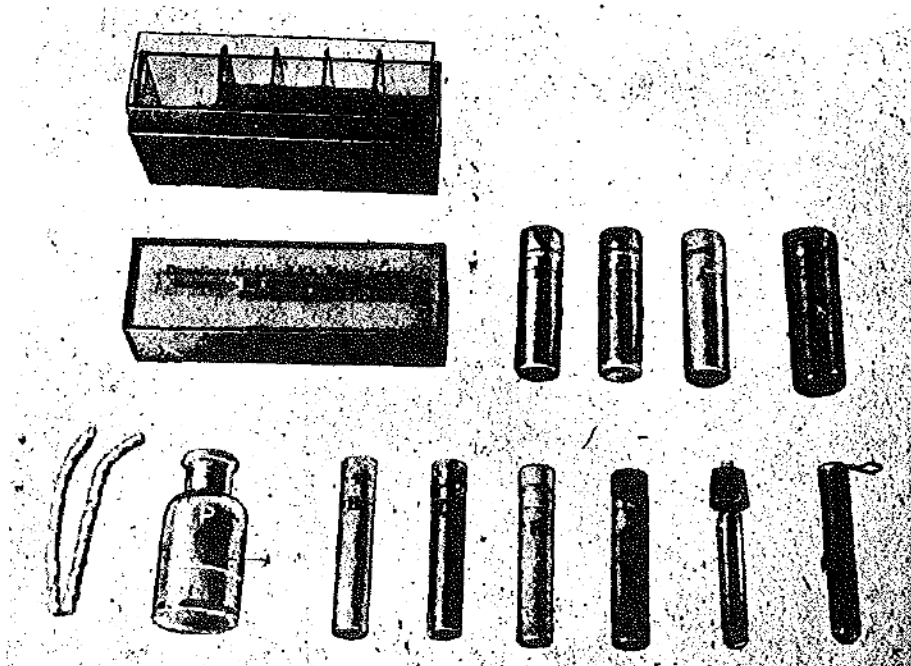


Fig 27 — Peças do estojo de exame de água (estojo de campanha para exame de água e purificação quanto aos agentes químicos de guerra). Frasco E, tabletes de teste RB; frasco C, grãos de zinco A, tabletes de KHSO_4 ; frasco X, tabletes de teste de ortotolidine; limpadores de tubo; pote P, para teste de arsênico; frasco B, papéis de teste de arsênico; frasco D, tabletes RA; frasco F, tabletes de purificação de água; frasco G, fitas de nitrazine para teste de pH; tubo H, com bujão no tubo de teste com escova metálica; carta em cores, com instruções na parte superior.

5) **Provas da Iperite.** Este exame verifica a presença ou ausência de Iperite, Iperite nitrogenado e cloreto de cianogênio.

a) Lave o tubo de exame com água a examinar e cuidadosamente, encha-o com meia polegada de água suspeita.

b) Junte 1 comprimido do frasco D.

c) Sacuda-o, no mínimo por 3 minutos, para fracionar o comprimido; deixe repousar por 5 minutos.

d) Em tempo frio, aqueça o tubo nas mãos por 5 minutos, mais.

Nota: Aparecendo uma cor amarela, após (c) ou (d) é um resultado positivo para cloreto de cianogênio.

e) Parta ao meio um comprimido do frasco E e ponha os dois pedaços na água suspeita. Sacuda o tubo até dissolver. Enquanto se agita — observe o aparecimento de qualquer coloração.

f) Observe o tubo 1/2 minuto contra um fundo branco.

g) Uma cor azul ou vermelha, mesmo leve (principalmente em forma de coágulo) indica um resultado positivo para Iperite ou Iperite-nitrogênio.

h) Uma cor amarela indica cloreto de cianogênio. Em soluções fortes, a cor amarela, aparece antes da fase (e). Uma cor branca ou cinza claro, indica um resultado negativo.

i) Esta prova descobre a Iperite-nitrogênio em concentrações de 5 ppm ou maiores. Concentrações inferiores a 5 ppm podem afetar certas pessoas, e não se deve confiar somente neste exame. Um aparelhamento mais completo, o estojo, do Departamento Médico de exame de água, pesquisas tóxicas e controle de tratamento, permite uma análise qualitativa da água e descobre a Iperite-nitrogênio em concentrações inferiores a 5 ppm.

6) Prova das necessidades de cloro. O cloro não neutraliza as substâncias químicas tóxicas que se encontram na água. Entretanto, ele pode revelar a presença de certos agentes químicos de guerra que reagem rapidamente com o cloro e aumentam imediatamente, as necessidades de cloro da água. Quando uma dosagem de cloro de 6,0 ppm, não deixa um resíduo mínimo de 1,0 ppm após um contato de 2 minutos, algum agente químico de guerra pode estar presente. A prova se efetua do seguinte modo:

- a) Encha um cantil com água até 1 polegada da boca.
- b) Junte 3 comprimidos de halazone do frasco F. Ponha a tampa do cantil e agite até a dissolução. Isto ocorre entre 2 e 5 minutos.
- c) Cinco minutos após a dissolução, ponha a água do cantil no tubo plástico de faixa amarela, este é o frasco X.
Encha o tubo até a base da faixa amarela.
- d) Junte um comprimido do frasco X; sacuda e observe a cor após a dissolução.
- e) Um resultado positivo é dado pela ausência de coloração ou uma cor mais clara que a da faixa amarela do tubo plástico.
- f) Um resultado negativo é dado por uma cor de laranja, ou uma cor igual à faixa (veja fig. 27).
- g) Sempre que possível use o comparador de cloro. Neste caso substitua a solução do cantil pelo tubo contendo a solução indicadora. Um resultado positivo, é dado por um resíduo inferior que 5. Um resultado negativo é dado por um resíduo de 1,0 ppm ou maior.

7. Cheiro e sabor. Se as provas para coloração e turvação, arsênico, iperite e necessidades de cloro, forem todas negativas, cuidadosamente, cheire e prove a água suspeita.

- a) Um resultado positivo é indicado por um cheiro que produz ardência nos olhos e no nariz; ou um sabor sensivelmente picante ou apimentado ou pelo cheiro ou sabor de um gás conhecido.
- b) A ausência de cheiro e sabor indica um resultado negativo, mas não significa necessariamente que a água seja perigosa. Um resultado negativo também é indicado se só se identificam o cheiro e o sabor encontrados na água natural.

c. Interpretação dos resultados.

1) Considere-se a água contaminada e perigosa se uma ou mais das provas derem os seguintes resultados:

Prova de arsênico.	positiva
Prova do pH.	pH inferior a 6,0
Prova de iperites	positiva
Prova das necessidades de cloro	positiva
Cheiro e sabor.	positiva.

2) A água é considerada apropriada para tratamento pelos métodos usuais, se todas as provas derem os resultados seguintes:

Prova do arsênico	negativa
Prova do pH.	pH acima de 6,0
Prova de iperites	negativa
Prova das necessidades de cloro	negativa
Cheiro e sabor.	negativa

8. PROVIMENTO DE REAGENTES PARA O ESTOJO DE CAMPANHA DE CONTROLE DA QUALIDADE D'ÁGUA

Os reagentes empregados para o provimento do estojo de campanha de controle da qualidade d'água são preparados com água destilada. Para os exames quantitativos os reagentes são padronizados antes de usar.

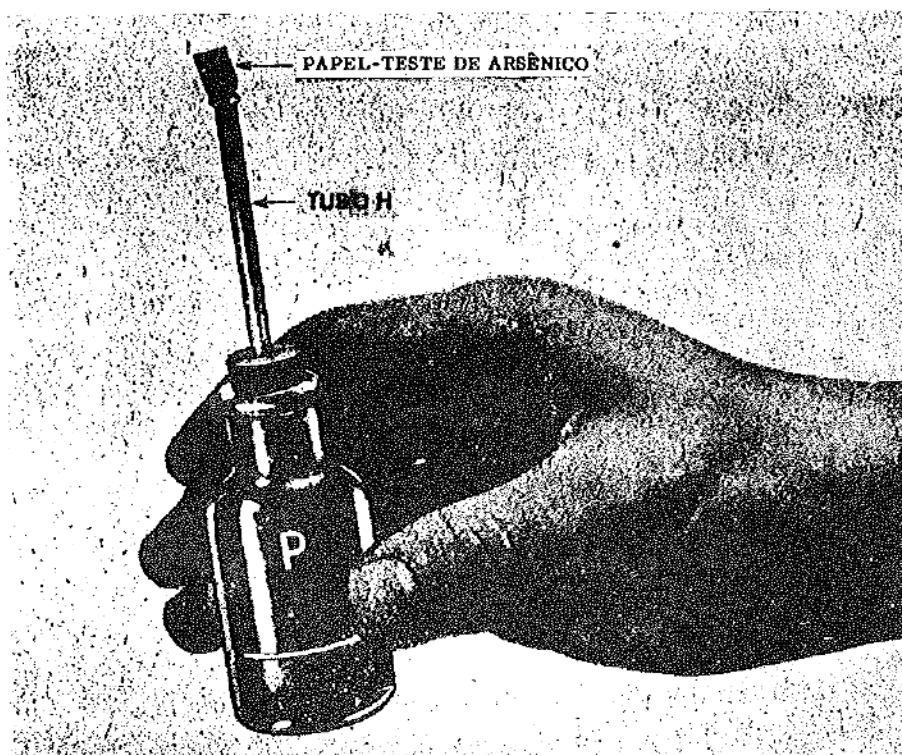


Fig 28 — Conjunto de teste de arsênico. Note o papel de teste de arsênico, o tubo H e o frasco P.

Especificação	Descrição
Cápsulas de alumínio amoniacal	Ponha 0,99 gramas, mais ou menos 0,05 de $(\text{N}_4\text{H}_4)_2 \text{Al}_2 (\text{SO}_4)_3 24\text{H}_2\text{O}$ em cada cápsula. Se não se dispuser de cápsulas use tubos de vidro.
Solução de cloreto de bário	Dissolva cloreto de bário em ácido clorídrico 2N. Precipite 2 amostras de 50 ml desta solução com o sulfato de bário; filtre, desseque e pese para determinar a concentração real. Ajuste a concentração da solução de modo que 1 ml da solução equivalha a 10 miligramas do radical sulfato.
Solução de metilorange	Dissolva 1,0 g de fenolftaleína em 100 ml de álcool etílico a 50 neutralise com solução N/200 de soda cáustica.
Solução de nitrato de prata	Dissolva nitrato de prata em água. A concentração deve ser tal, que 1 ml de solução seja equivalente a 5 mg do radical cloreto.
Solução de sabão	Prepare esta solução e padronize-a com CaCl_2 do seguinte modo: Solução padrão de cloreto de cálcio Dissolva 0,500 g de carbonato de cálcio puro em ácido clorídrico levemente diluído, evitando que se derrame. Adicione água destilada, isenta de gás carbônico e neutralize com amônia líquida, até uma alcalinidade leve, usando o tornesol como indicador. Complete o volume de 500 ml com água destilada isenta de gás carbônico e conserve em um frasco com tampa de esmeril. Um ml desta solução equivale a 1 mg de carbonato de cálcio.

	Solução padrão de sabão. Prepare a solução de estoque, agitando vigorosamente 100 g de sabão espanhol puro e pulverizado com 1 litro de álcool a 80°. Deixe descansar uma noite no mínimo e decante. A solução de estoque de sabão é cerca de 4 vezes mais forte que a solução de sabão diluído. Tome uma parte da solução de estoque e dilua com álcool a 30° até que, titulado com a solução de CaCl_2, 1 ml da diluição seja equivalente a 2,5 ml da solução de CaCl_2, levando-se em conta o valor da espuma.
Cápsulas de carbonato de sódio	Ponha 0,99 g, mais ou menos 0,05 g de carbonato de sódio anidro em cada cápsula. Use tubos de vidro se não dispuser de cápsulas. Marque bem os tubos para diferenciá-los dos que contêm alúmen.
Solução de ácido sulfúrico	É a solução N/100 deste ácido.
Solução de turvação	Ponha 5 g de terra de Füller em 1 litro de água destilada, agite intermitentemente por 1 hora, e deixe em repouso por 24 horas. Retire a parte superior sem perturbar o sedimento do fundo e comprove a turvação com o turbidímetro de vela de Jackson. Dilua até uma turvação de 120 ppm. Para evitar o desenvolvimento de bactérias na solução, adicione 0,050 g mais ou menos 0,010 g de sublimado corrosivo e 0,5 g mais ou menos 0,1 g de mercúrio, ao vidro de solução.
Zeolito sintético	O zeolito sintético pode ser substituído por materiais idênticos como o "Zeo-Karb-Na", um zeolito sintético manufaturado por "The Permutit Company", 330 West 42 Street New York NY. Lave o zeolito com água destilada. Necessita-se cerca de 50,0 g. Quando não se conseguir zeolito novo, o material usado pode ser regenerado agitando-se por 5 minutos, em uma solução de sal comum a 15% e lavando-se depois, abundantemente, com água destilada.

3ª PARTE

EQUIPAMENTO DE ANÁLISES DE ÁGUA MODELO BRASILEIRO MU-1

CAPÍTULO I

GENERALIDADES

O Equipamento de Campanha para Exame de Água dispõe dos recursos necessários para a realização, no campo, de um conjunto de análises e provas químicas destinadas ao controle de qualidade e determinação das condições de tratamento da água disponível na área, para fins de suprimento à tropa.

O Equipamento cobre dois grupos de ensaios:

a) ensaios de rotina para controle de tratamento, incluindo:

- ensaio de coagulação e decantação
- determinação de pH
- determinação de cloro residual
- determinação de turbidez.

b) ensaios de controle de qualidade e potabilidade, que incluem:

- ensaios de salinidade para determinação de: dureza, alcalinidade, cloretos e sulfatos;
- ensaios para determinação de substâncias tóxicas: arsênico, mostarda (inclusive mostarda nitrogenada e cloreto de cianogênio), pH, demanda de cloro, características organolépticas (odor e sabor).

O Equipamento compõe-se de dois estojos de análise — estojo 1 e estojo 2 —, e um estojo de material de suprimento — estojo 3 — dispostos em caixas interligadas, formando um conjunto único, portátil; as caixas são destacáveis, permitindo o transporte e a utilização em separado.

O estojo 1 destina-se aos ensaios de rotina e será utilizado, de modo especial, em trabalho propriamente de campo.

O estojo 2 atende aos ensaios de controle de qualidade e potabilidade; terá maior utilização em laboratórios ou em instalações de base.

O estojo 3 contém os materiais de reposição para os dois conjuntos anteriores, atendendo aos itens que mais se perdem ou quebram.

O presente Manual Técnico cobre essencialmente a descrição dos procedimentos específicos para cada ensaio; contém, ainda, notas introdutórias gerais referentes à finalidade dos ensaios e a interpretação dos resultados. Como itens preliminares, o Manual contém uma descrição detalhada de cada conjunto e notas relativas ao sistema unidades de medição e concentração dos produtos químicos utilizados em tratamento de água.

CAPÍTULO 2

DESCRIÇÃO DO EQUIPAMENTO

1. GENERALIDADES

O Equipamento de Campanha para Exame de Água compõe-se de três caixas de madeira compensada, interligadas por um sistema de presilhas, formando um conjunto único, compacto e portátil. O sistema de interligação permite que cada caixa possa ser destacada do conjunto, transportada e utilizada separadamente. O transporte manual será feito mediante um sistema de alças e correias.

Cada caixa compõe um estojo para fins específicos, conforme se descreve nos itens a seguir. Internamente, as caixas dispõem de gavetas com prateleiras em madeira, nas quais estão recortados os compartimentos apropriados para fixação de cada peça componente. Os compartimentos são numerados e correspondem aos materiais de mesma numeração.

O Equipamento dispõe de uma prancheta revestida de plástico branco, situada entre as caixas 1 e 2, removível, para utilização na prova de turbidez, conforme o item 8 (d) — Artigo III, ou para qualquer outra finalidade auxiliar, quando for necessário o uso de fundo branco.

2. CONSTITUIÇÃO DOS COMPONENTES

1) Caixa 1 (Estojo 1)

Contém os reagentes e materiais destinados aos ensaios de rotina. Compreende três gavetas, a seguir discriminadas:

- gaveta 1a (1ª parte) — estojo de pipetas e bastões de vidro,
- gaveta 1b (2ª parte) — estojo para ensaio de floculação e determinação do pH e cloro residual,
- gaveta 2 — estojo de material auxiliar (funil e copo graduado 1.000 ml),
- gaveta 3 — estojo para ensaio de turbidez.

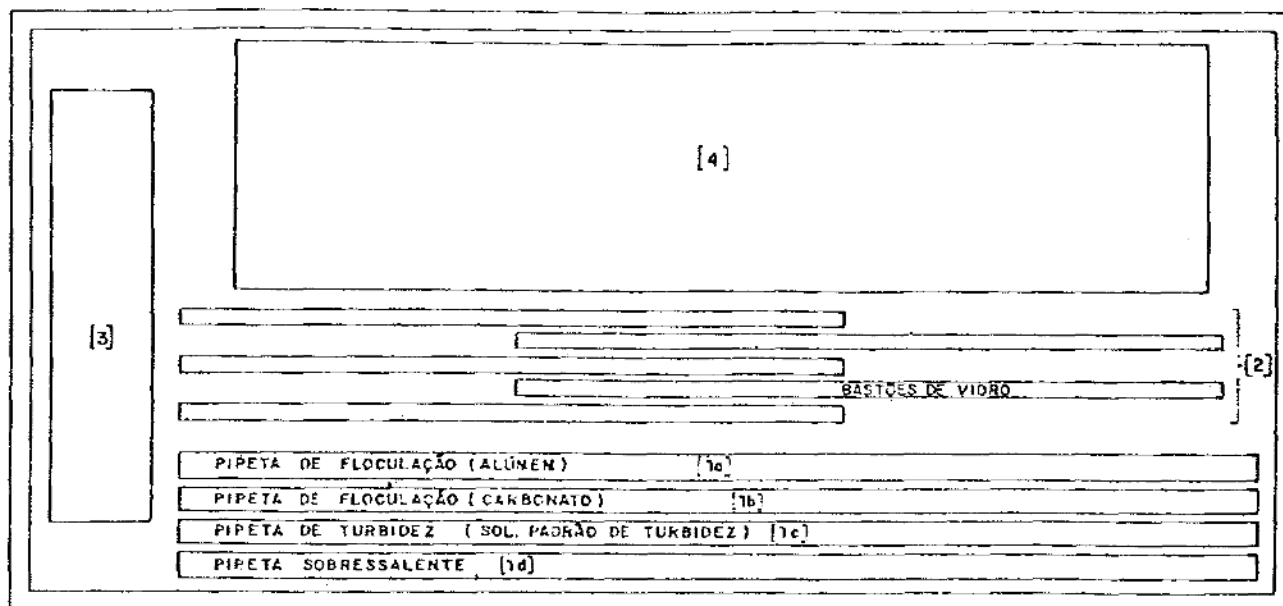
A caixa é fechada por uma porta dupla, na qual estão adaptados suportes para fixação das escovas de limpeza. Na face superior da caixa acha-se fixado um suporte para funis, escamoteável.

A Tabela 1 e as plantas da Caixa 1 contêm a descrição detalhada dos materiais e reagentes contidos em cada gaveta e que compõem o estojo 1.

Tabela 1 – Posição e descrição do material – Estojo 1

POSIÇÃO NÚMERO	MATERIAL	QUANTI- DADE
GAVETA 1A – 1ª Parte		
1	Pipeta de 1 ml, graduada em 1/10 ml.	
1a	Pipeta para solução de alumínio.	1
1b	Pipeta para solução de carbonato de sódio.	1
1c	Pipeta para solução padrão de turbidez (200 ppm).	1
1d	Pipeta avulsa.	1
2	Bastão de vidro, 5 x 200mm.	5
GAVETA 1B – 2ª Parte		
3	Conjunto para determinação de pH (6,8 a 8,0) e cloro residual (0,2 a 1,5) constante de um comparador com escala dupla (pH e cloro), frasco contagotas (polietileno), 28 ml, de sol. indicador de pH (vermelho de fenol), frasco contagotas (polietileno), indicador de cloro residual OTO-O, tolidina.	1
4	Conjunto de floculação, constante de 4 frascos, 250 ml, aferido em 200 ml, com tampa de pressão, em suporte de madeira.	1
5	Frasco reagente, 125 ml, aferido em 50 e 100 ml, com rolha esmerilhada.	
5a	Solução padrão de alumínio.	1
5b	Solução padrão de carbonato de sódio.	1
6	Frasco, 250 g, boca larga, com tampa rosqueada.	
6a	Frasco para alumínio amoniacal.	1
6b	Frasco para carbonato de sódio.	1
7	Cápsula de vidro, para reagentes, 1 g, com tampa rosqueada.	
7a	Cápsula de vidro para 0,80 g de alumínio amoniacal.	2
7b	Cápsula de vidro para 0,40 g de carbonato de sódio.	2
GAVETA 2		
8	Funil analítico, 6,5 cm de diâmetro.	2
9	Copo graduado, 1000 ml.	1
GAVETA 3		
10	Frasco reagente, 250 ml, rolha esmerilhada. Solução (estoque) de padrão de turbidez 200 ppm.	1
11	Frasco, 125 ml, boca larga, com tampa de pressão, para ensaio de turbidez, aferido em 100 ml.	
11a	Frasco, padrão de turbidez, 5 ppm.	1
11b	Frasco, padrão de turbidez, 10 ppm.	1
11c	Frasco, padrão de turbidez, 15 ppm.	1
11d	Frasco, padrão de turbidez, 20 ppm.	1
11e	Frasco, padrão de turbidez, 25 ppm.	1
11f	Frasco, de amostra.	1
12	Frasco, 250 ml, boca larga, auxiliar para o ensaio de turbidez (vazio).	2
13	Papel de filtro, 12,5 cm diâmetro-caixa.	1
14	Papel de filtro, 7 cm diâmetro-caixa.	1
MATERIAL ADICIONAL		
15	Escova para limpeza de frascos.	1
16	Suporte para funis.	1
	Manual Técnico.	1

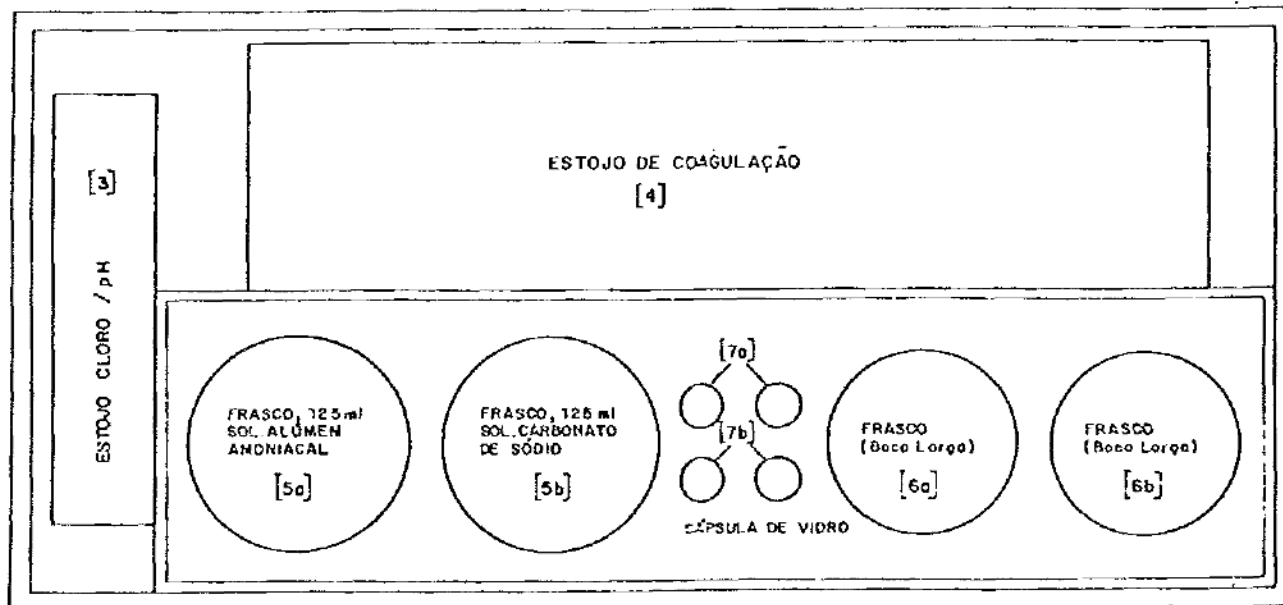
CAIXA 1



PLANTA

GAVETA Nº 1 (1ª Parte)

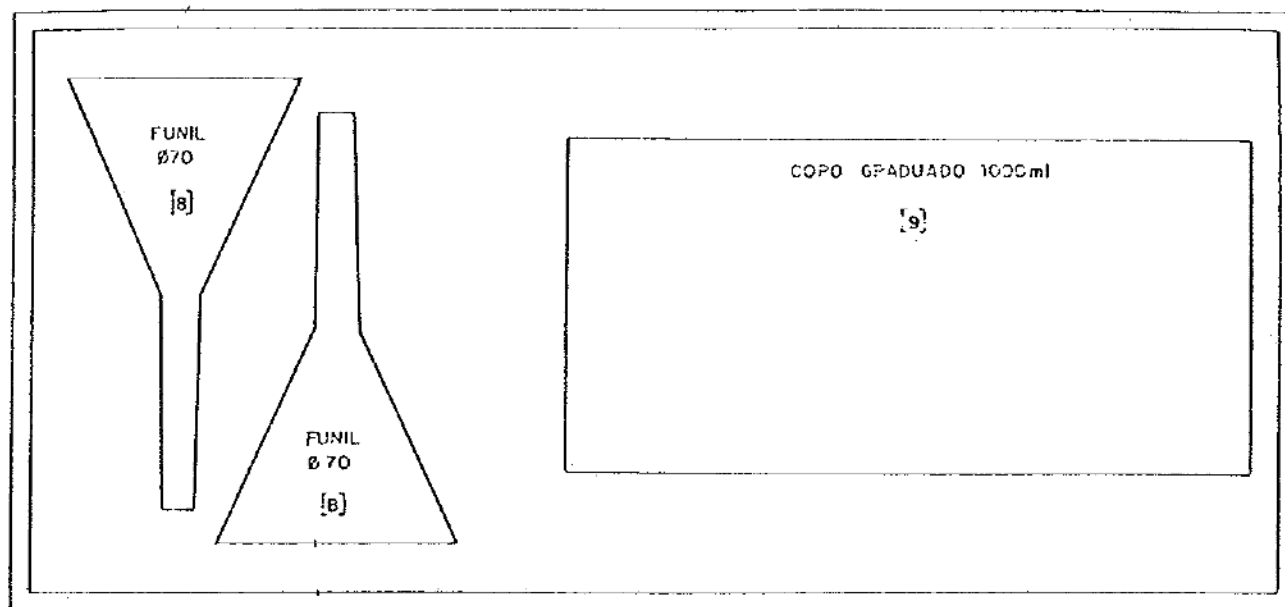
CAIXA 1



PLANTA

GAVETA Nº 1 (2ª Parte)

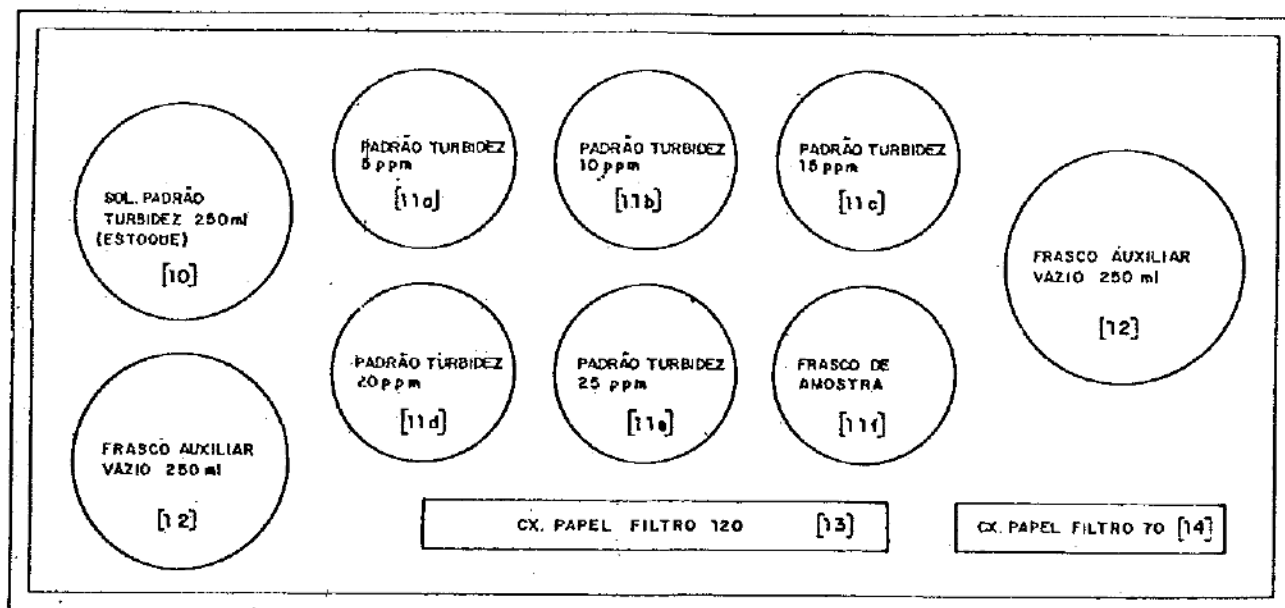
CAIXA 1



PLANTA

GAVETA Nº 2

CAIXA 1



PLANTA

GAVETA Nº 3

2) Caixa 2 (Estojo 2)

Contém os reagentes e materiais destinados aos ensaios de controle qualitativo. Compreende três gavetas superpostas, removíveis, discriminadas a seguir.

- gaveta 1 — estojo para frascos de titulação (erlenmeyer, 250 ml) e frascos de reagentes, 250 ml, para soluções de estoque, utilizadas nos ensaios de salinidade.
- gaveta 2 — estojo para frascos de titulação (dureza), frascos de reagentes, 125 ml e contagotas, 60 ml (soluções de indicador), utilizados nos ensaios de salinidade e materiais auxiliares.
- gaveta 3 — estojo contendo o conjunto de frascos e reagentes para as provas de presença de produtos tóxicos; conjunto de materiais auxiliares — funis analíticos, proveta 25 ml e pipetas graduadas.

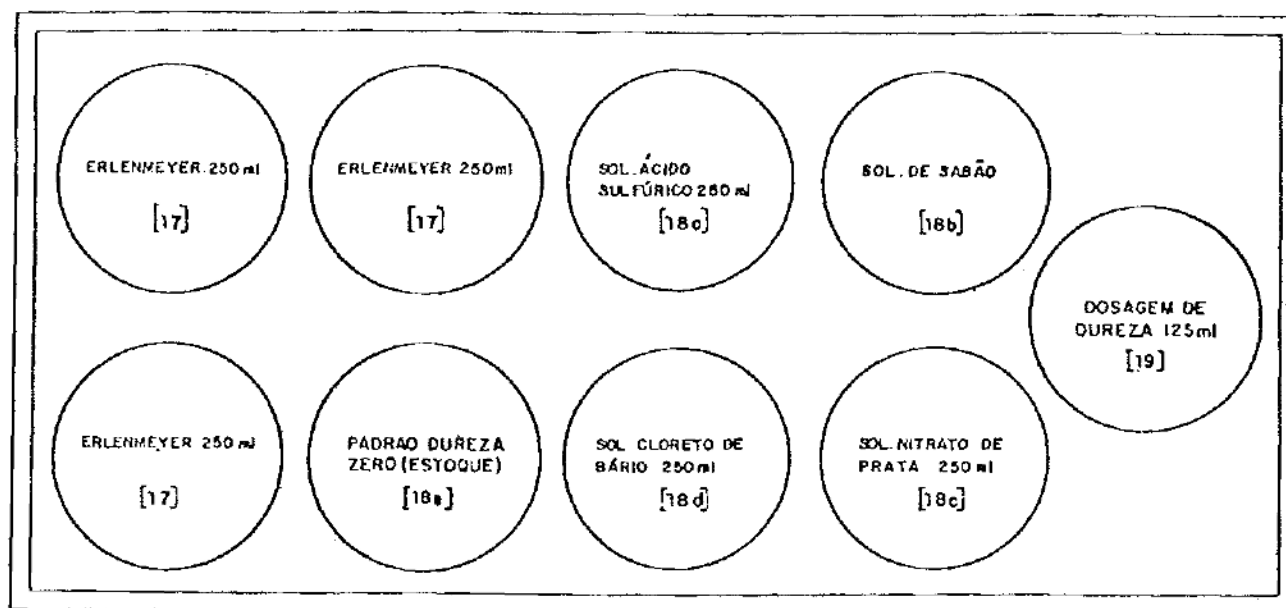
A caixa é fechada por porta dupla, na qual está adaptado fixador de escovas de limpeza.

A Tabela 2 e as plantas da caixa 2 contém a descrição detalhada dos materiais e reagentes contidos em cada gaveta e que compõem o estojo 2.

Tabela 2 — Posição e descrição do material — Estojo 2

POSIÇÃO NÚMERO	MATERIAL	QUANTI- DADE
GAVETA 1		
17	Frasco erlenmeyer de titulação, graduado, 250 ml	3
18	Frasco de reagente, 250 ml, rolha esmerilhada.	
18a	Frasco branco, solução ácido sulfúrico 1/10 N (estoque).	1
18b	Frasco branco, sol. sabão, 1 ml = 2,5 mg CaCO_3 (estoque)	1
18c	Frasco âmbar, sol. nitrato de prata, 1 ml = 5 mg Cl	1
18d	Frasco branco, sol. cloreto de bário, 1 ml = 10 mg SO_4^{--}	1
18e	Frasco branco, padrão de dureza = zero	1
19	Frasco, "Titulação de Dureza", rolha esmerilhada, aferido em 100 ml	1
GAVETA 2		
20	Frasco, "Titulação de Dureza", 125 ml, rolha esmerilhada, aferido em 100 ml	1
21	Frasco reagente, 125 ml, rolha esmerilhada.	
21a	Frasco branco, sol. ácido sulfúrico 1/10 N	1
21b	Frasco branco, sol. padrão de sabão	1
21c	Frasco branco, sol. nitrato de prata, 1 ml = 5 mg Cl	1
21d	Frasco branco, sol. cloreto de bário, 1 ml = 10 mg SO_4^{--}	1
22	Becher, 100 ml, forma alta, graduado	2
23	Frasco, 250 g, boca larga, com tampa rosqueada, para abrandador (zeolito)	1
24a	Caixa papel de filtro qualitativo, com 100 unidades, 12,5 cm diâmetro	1
24b	Caixa papel de filtro, qualitativo, com 100 unidades, 7 cm diâmetro	1
25	Caixa papel indicador de pH — escala 0—14	1
26	Tubo papel indicador de arsênico	1
GAVETA 3		
27	Aparelho completo para prova de arsênico (Gutzeit)	
27a	Frasco de reação, 60 ml, aferido.	1
27b	Tubos acessórios, para papel indicador e absorção de H_2S	2
28	Funil analítico, 6,5 cm diâmetro	2
29	Proveta graduada, 25 ml	1
30	Frasco conta-gotas, 60 ml, polietileno	
30a	Frasco, solução fenolftaleína a 0,5%	1
30b	Frasco, solução metilorange a 0,05%	1
30c	Frasco, solução cromato de potássio a 5%	1

POSIÇÃO NÚMERO	MATERIAL	QUANTI- DADE
31	Pipeta de 1 ml, graduada em 1/10 ml.	
31a	Pipeta para solução de ácido sulfúrico	1
31b	Pipeta para solução de sabão	1
31c	Pipeta para solução de nitrato de prata	1
31d	Pipeta para solução de cloreto de bário	1
32	Frasco para reagentes com tampa de pressão, âmbar.	
32a	Frasco para bissulfato de potássio.	1
32b	Frasco para zinco metálico	1
	GAVETA 3 (conclusão)	
32c	Frasco para reagente A.	1
32d	Frasco para reagente B	1
32e	Frasco para agente de cloração.	1
33	Bastão de vidro 5 x 200 mm	2
	PORTA (FACE INTERNA)	
34	Escova para limpeza de material.	1
16	Suporte para funis.	1

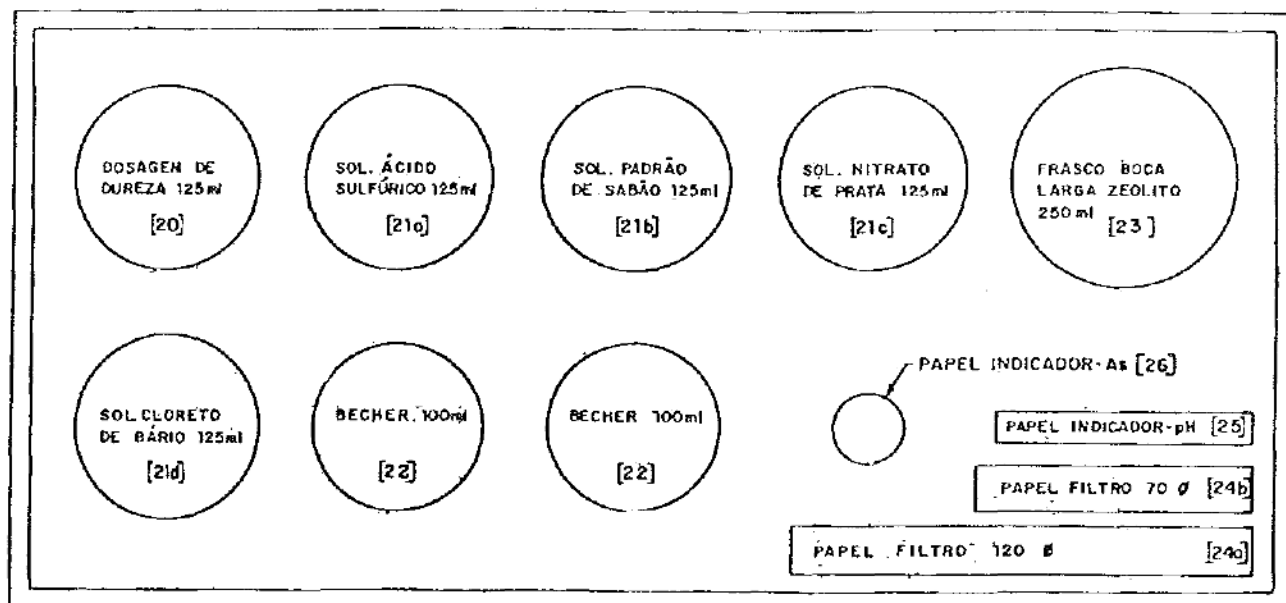


3) Caixa 3 (Estojo 3)

Contém os materiais de suprimento para os estojos de análises. Localiza-se na parte superior do conjunto e dispõe de condições para ser eventualmente transportada ao campo.

A Tabela 3 e as plantas da Caixa 3 contêm a descrição detalhada dos materiais que constituem o estojo 3.

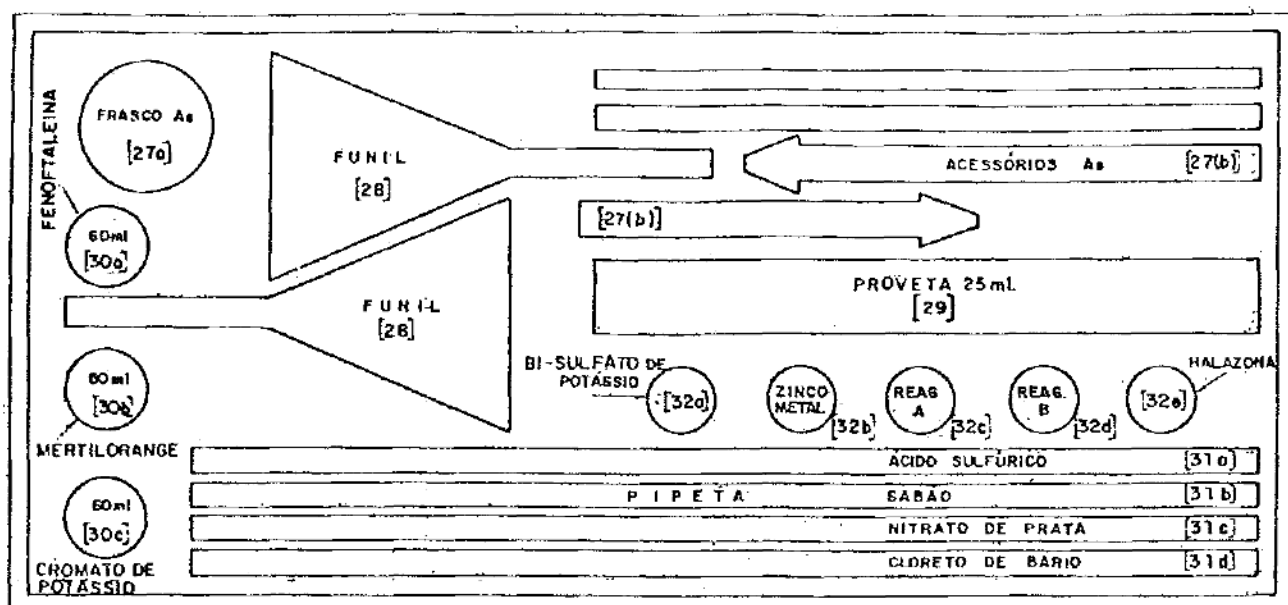
CAIXA 2



PLANTA

GAVETA Nº 2

CAIXA 2

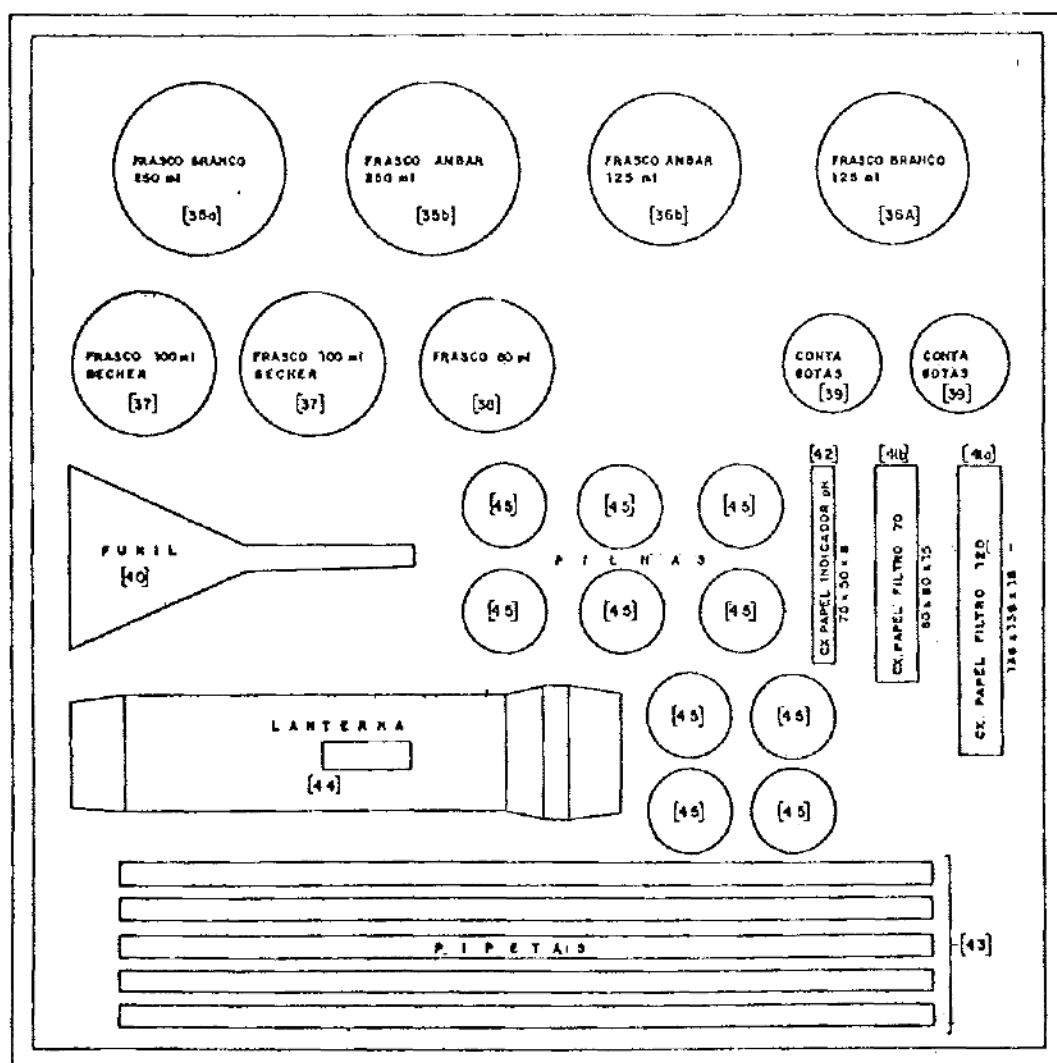


PLANTA

GAVETA Nº 3

Tabela 3 – Posição e descrição do material – Estojo 3

POSIÇÃO NÚMERO	MATERIAL	QUANTI- DADE
35	Frasco reagente, 250 ml, com rolha esmerilhada	
35a	Frasco branco, vazio	1
35b	Frasco âmbar, vazio	1
36	Frasco reagente, 125 ml, c/rolha esmerilhada	1
36a	Frasco reagente, 125 ml, com rolha esmerilhada, branco, vazio.	1
36b	Frasco âmbar, vazio	1
37	Becher, 100 ml, forma alta, graduado	2
38	Frasco reagente, 60 ml, com rolha esmerilhada	1
39	Frasco contagotas, 60 ml, polietileno, vazio	2
40	Funil analítico, 6,5 cm diâmetro	1
41a	Caixa papel de filtro qualitativo, com 100 unidades, 12,5 cm diâmetro	1
41b	Caixa papel de filtro qualitativo, com 100 unidades, 7 cm diâmetro	1
42	Caixa de papel indicador de pH	1
43	Pipeta de 1 ml, graduada em 1/10 ml.	5
44	Lanterna de duas (2) pilhas	1
45	Pilhas	10



CAPÍTULO III

MEDIÇÃO DOS PRODUTOS QUÍMICOS

A prática usual da análise e tratamento de água utiliza as unidades correntes de pesada e concentração de produtos químicos. O presente Manual adota as unidades do sistema métrico, em atendimento à legislação brasileira específica.

Os itens a seguir apresentam um resumo das unidades usualmente utilizadas em análise e tratamento de águas.

a) unidade de pesada (massa)

grama (g)

quilograma (kg) — 1000 g

b) unidade de volume

mililitro (ml) — volume ocupado por 1 g de água, a 4° C.

litro (l) — equivale a 1000 ml.

centímetro cúbico (cc) — equivale ao volume encerrado em um cubo de 1 cm de aresta; corresponde praticamente ao ml, em valor absoluto (1 ml = 1.000028 cc). No presente Manual o volume será sempre expresso em (ml).

c) concentração

grama por litro (g/l) — equivale à quantidade do produto, expressa em grama (g), contida em 1 litro (1000 ml) de solução.

miligrama por litro (mg/l) — equivale à quantidade de produto, expressa em miligrama (mg) contida em 1 litro (1000 ml) de solução; para soluções aquosas, a concentração em miligrama p/ litro (mg/l) equivale praticamente à concentração expressa em partes por milhão (ppm).

partes por milhão — equivale a uma proporção, em peso, de uma parte do produto expressa em qualquer unidade, para 1 milhão de partes de solvente, expressa na mesma unidade. Exemplo: 1 grama de produto contida em 1 milhão de gramas de água. A concentração em ppm é muito utilizada em análise de água, porque permite expressar concentração de várias substâncias presentes em quantidades extremamente pequenas, através de valores numericamente mais significativos. Exemplo: 0,0001% poderá ser expresso como 1 ppm.

CAPÍTULO IV

PROCEDIMENTOS DE ENSAIOS

1. TESTES DE CONTROLE DE ROTINA

a. Determinação de cloro residual

1) Generalidades

O processo de cloração de água para consumo é realizado usualmente com finalidade de desinfecção bacteriana e é efetuado pela adição direta de cloro gasoso, ou de compostos de cloro, tais como os hipocloritos (hipocloração), usualmente empregados em campanha.

Além do efeito bactericida, o cloro atua como agente oxidante, com ação sobre diversas outras substâncias que ocorrem nas águas naturais, inclusive aquelas contaminadas por efluentes industriais ou sanitários — matéria orgânica e compostos de ferro, manganês, gás sulfídrico e produtos químicos, orgânicos, oriundos normalmente, de armas de guerra química.

Assim, a cada água a ser tratada corresponderá uma demanda total de cloro igual à quantidade de cloro consumido na ação desinfetante, mais o consumo equivalente à ação química sobre essas substâncias. Para garantia de uma perfeita desinfecção, a adição do cloro é feita em excesso da demanda total, de forma a manter um teor mínimo de cloro residual na água tratada, após determinado período de tempo. Para fins de consumo, este teor deverá estar entre 0,5 e 1,0 ppm, segundo os padrões de potabilidade vigentes.

2) Procedimento

Para a determinação do cloro residual, utilize o comparador do estojo. Primeiramente, lave o tubo de amostra com a água a ser analisada e em seguida encha o tubo até o nível indicado pela marca. Acrescente 5 gotas de solução OTO (O. tolidina). A presença de cloro residual será indicada pelo desenvolvimento de cor amarela. Agite bem para obter homogeneização e compare a cor da amostra com a escala de cores do comparador. Reporte o resultado em ppm, considerando o valor do padrão correspondente à cor mais próxima à da amostra.

O tempo necessário ao desenvolvimento completo de cor depende da forma como se apresenta o cloro residual — forma de cloro livre ou cloro combinado (cloraminas) — e também da temperatura. O desenvolvimento de cor em amostras contendo cloro residual combinado não é imediato. Assim, deve-se aguardar cerca de 5 minutos, após a adição da solução indicada e, tanto quanto possível, manter a amostra ligeiramente aquecida (acima de 10° C), o que se consegue mantendo o comparador na mão fechada.

A regra básica de cloração em campanha estipula que se lance cloro na água a ser tratada até obtermos um cloro residual de 1 ppm após um período de contato do cloro com a água de 10 minutos e que esta água deve ser deixada em repouso por mais 20 minutos antes de ser distribuída, perfazendo um tempo total de 30 minutos.

b. Determinação do pH

1) Generalidades

A determinação do pH destina-se à verificação das condições de meio ótimas para o processo de tratamento por floculação aplicado a determinados tipos de água, conforme se descreve no procedimento para o ensaio de floculação.

2) Procedimento

Utilize o comparador do estojo (escala pH 6,8 a 8,0). Lave o tubo de amostra com a água a ser tratada e, em seguida, encha até o nível da marca. Acrescente 5 gotas da solução indicadora de vermelho de fenol; agite o suficiente para homogeneizar. Compare com os padrões de pH, contra fundo branco. Reporte como pH de amostra o valor do padrão cuja cor seja mais próxima a da amostra.

Se o valor do pH for menor que 6,8, utilize o comparador de papel da Caixa 2. Lave o tubo do comparador com nova porção de amostra e encha até o nível da marca. Retire um pedaço de papel do tamanho adequado (evite manuseio com mãos sujas ou exposição prolongada no ambiente ou à luz solar direta). Compare com a escala de padrões do comparador de papel e reporte o pH correspondente, com aproximação de 1,0 unidade.

c. Ensaio de coagulação

1) Generalidades

A coagulação é o processo de purificação de águas, pelo qual as partículas finamente divididas, capazes de permanecer indefinidamente em suspensão, causadoras de cor e turbidez indesejáveis em águas para consumo, são combinadas ou aglomeradas por meios químicos a partículas de tamanho e massa suficientemente grandes para efetuar uma sedimentação rápida e a conseqüente clarificação da água.

O processo de coagulação utiliza diferentes produtos químicos, ou combinações de alguns produtos, dependendo da natureza e das características da água a ser tratada. Os produtos mais usados são o sulfato de alumínio (alumen) ou o sulfato de alumínio amoniacal (alumen amoniacal) como coagulantes, e a soda cáustica ou o carbonato de sódio, para acerto de meio (pH).

A finalidade do ensaio de coagulação é a da determinação das quantidades adequadas de produtos químicos necessários à obtenção de uma perfeita clarificação da água, em condições ótimas de pH. O pH ótimo é aquele que corresponde à melhor floculação e sedimentação de flóculos. O valor ótimo varia substancialmente com a água a ser tratada. O pH da água tratada por floculação deverá ser igual (ou muito próximo) do pH ótimo determinado no ensaio de coagulação, desde que as quantidades de produtos químicos calculados no ensaio tenham sido corretamente adicionadas.

O tratamento de água em instalações de pequeno porte — como é o caso dos tanques utilizados em campanha (cerca de 12.000 l) — utiliza especificamente o alumen amoniacal como coagulante e o carbonato de sódio como corretivo de pH.

2) Preparo das soluções padrões

O ensaio de coagulação utilizada no estojo está localizado na posição 4 (Caixa 1).

1) Solução de alumen amoniacal

(1 ml = 0,008 g alumen)

- utilize o frasco de solução de 125 ml (posição 5a); coloque um funil (posição 8) no frasco vazio, com o auxílio do suporte (posição 16).
- abra uma cápsula de alumen — $0,80 \pm 0,05$ (posição 7a) — e despeje o conteúdo diretamente no funil; tome o cuidado de esvaziar a cápsula o máximo que possa.
- encha um dos vidros vazios do estojo de coagulação (posição 4) com água potável limpa. Despeje cuidadosamente a água no funil de forma a transferir o alumen para dentro do frasco e termine a operação lavando bem o funil e cápsula e recolhendo a lavagem diretamente no frasco.
- depois que o alumen tenha se dissolvido inteiramente termine de encher o frasco com água, até completar o volume da marca de aferição (100 ml).

Nota: Quando, depois de algum tempo de uso a solução acabar, despeje qualquer resto de líquido ainda existente e lave o frasco, antes de utilizá-lo no preparo de nova solução.

II) Solução de carbonato de sódio

Prepare a solução padrão de carbonato de sódio exatamente da mesma forma que a solução de alumen amoniacal, utilizando a cápsula de carbonato de sódio — $0,40 \pm 0,05$ g (posição 7b) e outro frasco de 125 ml (posição 5b).

3) Procedimento para o ensaio

Encha os 4 vidros do estojo de coagulação com a amostra de água a examinar, até a marca de aferição (200 ml).

Empregue diferentes dosagens das soluções de alumen em cada um dos quatro frascos. Em uma primeira série de ensaios, faça adições equivalentes às concentrações de alumen em g/l, abaixo indicadas, acrescentando com a pipeta graduada os volumes correspondentes da solução padrão de alumen.

Dosagem (g/l)	Solução alúmen (ml)
0,020	0,5
0,040	1,0
0,060	1,5
0,080	2,0

Coloque os frascos no estojo e agite durante 2 minutos.

Leve o estojo à sombra, observe os frascos contra a luz e verifique a formação de flocos. Determine o pH da água do frasco no qual formaram-se flocos satisfatórios. Considere satisfatórios os flocos que mais rápido arastem a turvação em suspensão, de modo que a água resultante por decantação, se mostre perfeitamente límpida e clara. Os flocos devem formar-se e serem visíveis a olho nu, após dois minutos de terminada a agitação dos frascos.

Se não se conseguir, na primeira série de ensaios, flocos satisfatórios (isto é, perfeita clarificação da água em exame), repita o ensaio com novas porções da água a examinar. Esvazie os frascos e lave-os bem com água a ser examinada. Siga o mesmo procedimento da série anterior de testes, porém utilizando novas dosagens de alumen amoniacal, conforme indicado a seguir:

Dosagem (g/l)	Solução alúmen (ml)
0,10	2,5
0,12	3,0
0,14	3,5
0,16	4,0

Se ainda com esta série não se obtiver floculação satisfatória, faça duas novas séries de ensaio, adicionando as mesmas dosagens de alumen e quantidades de carbonato de sódio equivalentes à metade das respectivas dosagens de alumen.

DOSAGENS (g/l)		SOLUÇÕES PADRÕES (ml)	
Alúmen amoniacoal	Carbonato de sódio	Alúmen amoniacoal	Na ₂ CO ₃ 1 ml = 0,004g
0,02	0,01	0,5	0,5
0,04	0,02	1,0	1,0
0,06	0,03	1,5	1,5
0,08	0,04	2,0	2,0
0,10	0,05	2,5	2,5
0,12	0,06	3,0	3,0
0,14	0,07	3,5	3,5
0,16	0,08	4,0	4,0

NOTA: Pelo fato de que o título de solução de carbonato de sódio equivale a 1/2 do título de solução de alúmen, o volume de solução de carbonato de sódio a adicionar, para obter metade da concentração correspondente de alúmen, será o mesmo, conforme indica o quadro.

Selecione o frasco correspondente ao ensaio que apresentou melhor floculação. Se mais de um ensaio apresentou resultados idênticos de boa floculação, escolha, entre esses, aquele que corresponde às menores dosagens, ou seja, aquele que deverá fornecer o menor consumo de produtos químicos para o tratamento, portanto, maior economia de material. Determine o pH ótimo da água do frasco selecionado e anote o resultado obtido e as dosagens empregadas de alumen e carbonato de sódio, como os valores ótimos para a floculação.

Calcule as quantidades alumen amoniacoal e carbonato de sódio necessárias para o tratamento de 12.000 litros de água bruta, de acordo com os resultados do ensaio de coagulação (conforme item c), multiplicando a dosagem ótima, em g/l por 12.000.

Quantidade de produto (g) = dosagem (g/l) x 12.000.

EXEMPLO: O ensaio de coagulação indicou uma dosagem de produtos químicos correspondentes a 0,12 g/l de alumen e 0,06 g/l de carbonato de sódio. As quantidades para tratamento de 12.000 litros serão:

Alumen: $0,12 \times 12.000 = 1.440$ g

Carbonato de sódio: $0,06 \times 12.000 = 720$ g.

4) Medida das Quantidades de Produtos

A medida das quantidades de alumen ou carbonato de sódio, quando não se dispõe de uma balança, poderá ser feita com o auxílio do copo graduado de 1000 ml (posição 9), considerando-se o aumento do volume de líquido, indicado na escala do copo, quando se adiciona o produto medido.

Desde que se considere que o alumen pesa 1,6 vezes mais e o carbonato de sódio 2,4 vezes mais que a água, as quantidades serão calculadas multiplicando o aumento do volume de líquido por 1,6 e 2,4, respectivamente.

EXEMPLO: 240 g de alumen corresponderá a um aumento de nível de 150 ml ($150 \times 1,6 = 240$). A Tabela 1 fornece os valores correspondentes às quantidades de alumen e os respectivos níveis de água, equivalentes às diversas dosagens.

Proceda à medição do alumen da seguinte forma:

- verifique a dosagem ótima de alumen pela prova de coagulação, conforme 3c.
- encha o copo graduado com água (potável) até a marca de 400 g (400 ml).
- verifique o nível que a água deve atingir para se obter a quantidade de alumen equivalente a dosagem requerida, de acordo com os dados da Tabela.
- junte cristais de alumen até atingir o nível desejado. Neste ponto, todo o alumen deverá estar submerso.
- para dosagens acima de 0,08 g/l, faça duas medições separadamente.

A medição do carbonato de sódio é feita da mesma maneira, utilizando os dados da Tabela 2.

Tabela 1 — Dosagens de Alúmen e dados para medição das quantidades necessárias para 12.000 litros de água

DOSAGEM (g/l)	QUANTIDADE (g)	AUMENTO DE NÍVEL (ml)	NÍVEL NO COPO (ml)
—	—		400
0,02	240	150	550
0,04	480	300	750
0,06	720	450	850
0,08	960	600	1.000

Tabela 2 — Dosagens de alúmen e dados para medição das quantidades necessárias para 12.000 litros de água

DOSAGEM (g/l)	QUANTIDADE (g)	AUMENTO DE NÍVEL (ml)	NÍVEL NO COPO (ml)
—	—		450
0,01	120	50	500
0,02	240	100	550
0,03	360	150	600
0,04	480	200	650

5) Prova de coagulação de emergência

I) Generalidades

Se não se dispuser do estojo de campanha de controle de qualidade d'água, pode-se improvisar frascos de prova, usando uma série de vidros, garrafas de leite, potes ou vasilhas idênticas. Os recipientes não necessitam ter a mesma forma ou capacidade, mas devem conter as mesmas quantidades de água. Aconselha-se, pois, usar um deles para medir a água colocada nos demais.

II) Preparação de soluções de prova

Conseguem-se soluções saturadas de alumen e de carbonato de sódio, retirando soluções dos depósitos das unidades de tratamento, ou dissolvendo cristais de alumen, em pequeno recipiente d'água, e uma porção de carbonato de sódio em outro recipiente, até que, após agitação vigorosa, a dissolução se complete. Em qualquer caso, conserve alguns cristais na solução para garantir a saturação.

Como as soluções saturadas são demasiadamente concentradas, devem ser diluídas. A solução de alumen necessária ao ensaio é a que, adicionada na proporção de 0,5 ml para 240 ml de água potável, baixa o pH em 0,2 a 0,3 unidades, por exemplo, de 6,8 a 6,6 ou 6,5. Geralmente, diluindo-se uma parte da solução saturada de alumen em 10 partes d'água, obtém-se uma solução satisfatória. A solução de carbonato de sódio necessária é a que adicionada na mesma proporção eleva o valor do pH de 0,2 a 0,3 unidades, por exemplo, de 6,8 a 7,0 ou 7,1. Consegue-se uma solução adequada diluindo-se uma parte da solução saturada de carbonato de sódio em 20 partes d'água.

III) Procedimento

Efetue a prova de coagulação de emergência da seguinte maneira:

- determine o pH da água (amostra).
- ponha volumes iguais de água em 6 recipientes. Se o pH é de 6,8 ou superior e a água for praticamente incolor, junte quantidades crescentes de solução diluída de alumen a cada vidro d'água.

Inicialmente junte 1 ml ao primeiro vidro, 2 ml ao segundo vidro, 3 ml ao terceiro, e assim por diante.

- mexa rapidamente todos os vidros com um bastão limpo, mas não faça mais de dois movimentos circulares para misturar as soluções com a água. Continue agitando a água, o suficiente para conservá-la em movimento por um período não inferior a 5 minutos.

Nota: Agitação violenta, fragmenta os flocos, e impede a formação de partículas visíveis.

- enquanto se procede à agitação, observe todos os frascos e note em qual deles os flocos se formam primeiro. Marque o tempo de agitação que produz os primeiros flocos. Se os flocos se formam dentro de 2 minutos após a adição das soluções químicas, o resultado pode ser valioso. Observe as características dos flocos e da água entre as partículas após a suspensão da agitação. Uma água clara e brilhante entre partículas e flocos bem formados satisfaz ao ensaio. Contudo, para completação da prova, a mesma deve ser continuada, até se conseguir flocos pobres, pela adição de maiores quantidades de alúmen. Uma série de recipientes, com bons flocos, precedida e seguida de vidros com flocos pobres, indicam um teste completo.
- determine o pH da água em cada frasco a que juntar alúmen; o valor pH do vidro que apresentar os melhores flocos é o pH ótimo. Os valores pH de todos os vidros em que se formarem bons flocos, podem ser incluídos na faixa de pH.
- operando com aparelhos móveis ou portáteis de purificação, o suprimento de substâncias químicas é regulado de modo a que o pH do efluente corresponda ao valor ótimo determinado na prova. Quando se usar o tratamento em lotes, introduz-se o alúmen, por meio do cesto. A dosagem e o pH devem ser corrigidos quando o tanque estiver pela metade, e a dosagem ajustada de modo a que se apresentar correta quando o tanque estiver cheio.
- se o valor pH da água a ser tratada for inferior a 6,8 ou se os resultados da prova de frascos usando somente alúmen, mostraram que a água tem insuficiente alcalinidade, deve-se juntar carbonato de sódio. Enche-se as séries de recipientes com água. Junta-se a cada jarro, quantidade de solução diluída de carbonato de sódio necessária para elevar o pH a 7,6. Além disso, junta-se um adicional de 4 ml de solução de carbonato de sódio a cada frasco e adiciona-se solução diluída de alúmen.
- se não se conseguir um pH ótimo, ou os flocos demorarem a se formar, repete-se a prova com maiores quantidades de alúmen e carbonato de sódio.
- quando se usa carbonato de sódio no tratamento por lote, emprega-se quantidade de carbonato e alúmen relativo às encontradas na prova. Em geral, o pH ótimo pode ser estabelecido usando somente alúmen. O carbonato só deve ser empregado quando absolutamente necessário.

2) Prova de Salinidade

a) Generalidades

As provas de salinidade que podem ser processadas com os recursos disponíveis no equipamento de exame de água — que compõem parte do estojo 2 — compreendem quatro ensaios de controle de qualidade e potabilidade a saber:

- **Dureza (método do sabão)** — indica a presença de sais de cálcio e magnésio, expressos em termos de carbonato de cálcio (CaCO_3). Estas substâncias conferem à água a característica de não produzirem espuma com sabões comuns, bem como causam incrustações nas caldeiras geradoras de vapor e nos radiadores dos automóveis. A presença desses sais, acima de certos limites, caracteriza as águas duras.
- **Alcalinidade** — é uma indicação das quantidades presentes de bicarbonatos, carbonatos e hidróxidos, expressos como alcalinidade ao metilorange (M) e alcalinidade à fenolftaleína (P), em termos de carbonato de cálcio (CaCO_3).

- Cloretos – destina-se à dosagem de cloretos solúveis, usualmente expressos como cloreto (Cl).
- Sulfatos – destina-se à verificação de presença de sulfatos, entre limites quantitativos aceitáveis para fins de consumo como água potável. As prescrições de qualidade, constantes das Normas Brasileiras, indicam um teor máximo de 250 ppm, expresso como sulfato (SO_4). Não obstante, águas que contenham teores mais elevados que este limite podem ser e usualmente são consumidas sem efeitos fisiológicos nocivos (o sulfato de sódio ou o sulfato de magnésio são laxantes enérgicos).

b) Interpretação

Em conjunto, esses ensaios fornecem uma estimativa da quantidade total de sólidos dissolvidos (a qual pode ser determinada diretamente por outros ensaios, para os quais o presente equipamento não dispõe de recursos práticos) calculada, aproximadamente, da seguinte maneira:

$$\text{Sólidos dissolvidos} = [\text{alcalinidade (CaCO}_3)] + [\text{Sulfatos (SO}_4) \times 1,4] + [\text{Cloreto (Cl)} \times 1,6]$$

EXEMPLO:

Alcalinidade (CaCO_3)	=	200 ppm
Sulfatos (SO_4)	=	100 ppm
Cloretos (Cl)	=	300 ppm

Total de sólidos em dissolução

$$= 200 + (100 \times 1,4) + (300 \times 1,6) = 200 + 140 + 480 = 820 \text{ ppm de sólidos em dissolução.}$$

O método baseia-se na suposição de que todos os sulfatos e cloretos estejam presentes na forma dos respectivos sais de sódio. O resultado, portanto, não é exato.

Os valores abaixo representam os limites permissíveis estabelecidos pelos padrões de potabilidade adotados no Brasil, de acordo com a Norma Brasileira P-PB-19, da ABNT.

Dureza, em CaCO_3	200 mg/l
Sulfatos, em SO_4	250 mg/l
Cloretos, em Cl	250 mg/l
Sólidos totais	1.000 mg/l

c) Materiais e reagentes

Estão previstos para cada prova dois frascos de reagentes, um grande (250 ml) e um pequeno (125 ml). As quantidades gastas durante a prova são substituídas, transferindo-se solução do vidro grande para o pequeno. Os frascos (erlenmeyer) de prova (posição 17) em que a amostra de água é examinada, encontra-se na gaveta 1 (estojo 2). Estes frascos têm duas marcas, uma assinalando a capacidade de 50 ml e o outro a de 100 ml. As soluções de prova são medidas com uma pipeta. Estas pipetas fornecem um total de 1 ml marcado no limite superior, e são calibradas em décimos de milímetros. Cada pipeta deve ser usada somente para a prova que está assinalada na caixa da pipeta e é colocada diretamente no lugar, logo que a prova termine. A titulação da dureza é realizada em frascos de 125 ml (posição 19/20) com a inscrição frascos de dureza; o estojo 2 dispõe de dois desses frascos.

Os ensaios de salinidade utilizam os seguintes reagentes:

Dureza

- Solução padrão de sabão, 1 ml $\equiv$ 2,5 mg CaCO_3
- Água de dureza = zero
- Zeólito (abrandador)

Alcalinidade

- Solução de ácido sulfúrico, 1.10 N
- Solução de fenolftaleína (indicador), 1,10 N
- Solução de metilorange (indicador), 0,5%

Cloreto

- Solução de nitrato de prata, 1 ml $\equiv$ 5 mgCl

Solução de cromato de potássio (indicador), 5%

Sulfato

Solução de cloreto de bário, 1 ml $\equiv$ 10 mg SO_4 .

d) Prova de dureza pelo sabão — Procedimento

Encha o frasco marcado "Frasco de Dureza" até a marca de 50 ml com a água a examinar. Junte a solução de sabão (posição 21b), anotando a quantidade total gasta, conforme abaixo:

- usando a pipeta adequada, junte 1/2 ml da solução de sabão. Sacuda o vidro fortemente. Se não se formar espuma, continue juntando solução de sabão em frações de 1/2 ml, sacudindo o vidro, e deitando-se de lado, após cada adição. Logo que se conseguir espuma, deixe o vidro deitado em repouso até que a superfície da espuma comece a romper-se para que a água mostre, com facilidade, abertura na camada de espuma; se a espuma não se romper, deixe o vidro em repouso, sem tocá-lo, por 5 minutos. A não ser que a água seja muito branda, quase todas as bolhas desaparecem após a primeira adição de sabão. Juntando-se mais solução de sabão, a ruptura da camada de espuma torna-se mais difícil e passa-se mais tempo antes que ocorra o rompimento da espuma.
- se a camada de espuma permanecer íntegra após 5 minutos, é considerada como espuma permanente, e a prova termina. O número total de ml empregado para obter esta espuma, indica a dureza em ppm, do seguinte modo:

$$\text{dureza, ppm CaCO}_3 = 50 \times (\text{ml sol. sabão})$$

- se estiver sendo necessário mais de 6 ml de solução de sabão para se conseguir a espuma permanente, repete-se a prova com uma nova amostra de água, misturada com água de dureza zero, em partes iguais. Para isso, mede-se 25 ml de água a examinar no cilindro graduado (posição 29) e coloca-se no frasco de exame de dureza. Em seguida, mede-se 25 ml de água de dureza = zero (posição 18e), cuidadosamente, para evitar perda de material sólido. Junta-se esta porção à água que já se acha no vidro de exame. Proceda-se como na prova acima, e calcula-se a dureza em ppm do seguinte modo:

$$\text{dureza, ppm CaCO}_3 = 100 \times (\text{ml sol. sabão})$$

Faça as provas empregando água de dureza na quantidade que for necessária. Antes de guardar o vidro, complete-o com água potável clara, para uso posterior. Se a água de dureza zero não chegar para completar as provas, encha o vidro com água potável limpa, e sacuda-o brandamente durante 10 minutos, antes de empregá-la. Os sólidos existentes no vidro são suficientes para abrandar cerca de 5 porções de 100 ml antes de se esgotarem. Para conferir a dureza zero da água, ponha 25 ml no vidro de exame e junte 0,5 ml de solução de sabão. Se não se conseguir espuma durante 5 minutos, o abrandador será considerado como esgotado. Estes sólidos podem abrandar águas muito duras; entretanto, sua eficiência pode ser prolongada, substituindo-se a água que for sendo empregada por água reconhecida como relativamente branda. Não se deve desperdiçar qualquer quantidade de água de dureza zero.

Quando existir na água uma certa quantidade de magnésio, muitas vezes obtém-se um resultado falso, antes que toda a dureza da água tenha reagido com o sabão. Para se ter a prova de que o resultado obtido não é falso, depois de se conseguir a primeira espuma permanente, junte-se mais 0,5 ml de soluções de sabão. Se após esta adição a espuma resultante romper-se antes de se passarem 5 minutos, o primeiro resultado era falso, devido à presença de magnésio. Continua-se a adição de solução de sabão, até se obter novamente uma espuma permanente. Despreza-se o primeiro resultado, considerando-se o total de solução de sabão gasto no ensaio completo para cálculo do resultado.

Para produzir espuma em água sem dureza (água destilada) necessita-se de uma quantidade de sabão, muito pequena. Esta quantidade chamada fator de espuma varia com a qualidade do sabão.

Ordinariamente este fator vem assinalado no rótulo do vidro de sabão reagente. Dada a concentração da solução de sabão usado nesta prova, este fator não deve exceder a poucos décimos de ml. Para obter um resultado exato, deve-se subtrair o valor (ml) correspondente ao fator de espuma, da quantidade total de solução de sabão gasto no ensaio, antes de se proceder ao cálculo da dureza.

e) Prova de alcalinidade – Procedimento

A alcalinidade da água pode ser determinada como alcalinidade ao metilorange (M) ou alcalinidade à fenolftaleína (P). Poucas águas superficiais ou de subsolo mostram alcalinidade à fenolftaleína. Com exceção das ácidas, quase todas as águas apresentam alcalinidade ao metilorange.

a) Alcalinidade ao Metilorange

Utilize o erlenmeyer de 250 ml (posição 17) e encha com a água a examinar, até a marca de 50 ml.

Junte 2 gotas da solução indicadora de metilorange (posição 30b). Ponha o copo sobre um fundo branco, para que se possa notar facilmente qualquer variação da coloração.

Adicione solução de ácido sulfúrico (posição 21a) com a pipeta correspondente, até que a cor da solução comece a virar do amarelo para o vermelho-alaranjado: anote volume total utilizado (ml).

Calcula-se a alcalinidade M do seguinte modo: alcalinidade M ppm $\text{CaCO}_3 = 100 \times (\text{total de ml de ácido sulfúrico empregado})$.

EXEMPLO: Volume de água 50 ml; ácido sulfúrico empregado 2,5 ml alcalinidade M, ppm $\text{CaCO}_3 = 100 \times 2,5 = 250$.

b) Alcalinidade à Fenolftaleína (P)

Encha o erlenmeyer graduado com água a examinar até a marca de 50 ml.

Junte duas gotas de solução indicadora de fenolftaleína (posição 30a). Ponha sobre uma superfície branca, como na prova anterior. Se não houver coloração, considere a alcalinidade ao fenolftaleína como de valor zero.

Se aparecer uma cor avermelhada, junte solução de ácido sulfúrico, gota-a-gota, até o desaparecimento da coloração. Anote o número de ml de ácido usado.

A alcalinidade à fenolftaleína em ppm CaCO_3 , será calculada do seguinte modo:

Alcalinidade P, em ppm $\text{CaCO}_3 = 100 \times (\text{número de ml de ácido sulfúrico empregado})$.

c) Os ensaios de alcalinidade – P e M – podem ser realizados em uma mesma amostra. Inicia-se pela determinação à fenolftaleína, conforme descrito acima (item b), adiciona-se metilorange após a obtenção da virada de vermelho para incolor, e prosseguindo-se a adição de solução de ácido sulfúrico até a virada final, como em 5(a).

– Considere a alcalinidade à fenolftaleína (P) equivalente ao ml de solução de ácido sulfúrico gastos para obter a virada vermelho/incolor (leitura P); calcule o resultado da mesma forma em 5(b).

– Considere a alcalinidade ao metilorange (M) equivalente ao total de ml de solução de ácido sulfúrico gastos desde o início do ensaio (com fenolftaleína) até a obtenção de virada amarelo/vermelho/alaranjado.

Calcule o resultado da mesma forma que em 5(a).

f) Prova de Cloretos – Procedimento

Encha um erlenmeyer graduado com a água em exame até a marca de 50 ml.

Junte 3 gotas de solução indicadora de cromato de potássio (posição 30c).

Junte solução de nitrato de prata (posição 21c) com a pipeta correspondente (posição 31c), até que a cor mude de amarelo para fracamente vermelho. À medida em que for adicionando a solução de nitrato agite levemente o frasco. Anote o número total de ml de solução de nitrato de prata empregado.

Calcule a quantidade de cloretos, como radical Cl^- , do seguinte modo:

Cloreto, ppm = $100 \times (\text{total de ml de nitrato de prata empregado})$.

EXEMPLO: Volume de água 50 ml; volume de solução de prata 2,3 ml. Cloretos, ppm $\text{Cl}^- = 100 \times 2,3 = 230$.

Antes de realizar o ensaio de determinação de cloretos verifique se a água em exame apresenta alcalinidade à fenolftaleína (cor vermelha quando se adiciona gotas do indicador). Em caso negativo (a amostra permanece incolor após a adição do indicador), prossiga o ensaio conforme o procedimento dos itens anteriores. Em caso positivo,

adicione solução de ácido sulfúrico, gota-a-gota, até obter virada de vermelho para incolor (neutralização de alcalinidade P) e prossiga o ensaio de cloretos conforme descrito.

g) Prova de Sulfatos — Procedimento

O teor de sulfatos é determinado por tentativas, pois a prova só fornece resultados aproximados. Por este motivo, pode ser necessário repetir o ensaio várias vezes.

- A prova inicia-se com a dosagem para 100 ppm, como se segue:
- Encha um erlenmeyer (posição 17) graduado até a marca de 100 ml, com água em exame.
- Junte 1 cc de solução de cloreto de bário (posição 21d), com a pipeta correspondente (posição 31d). Agite intermitentemente, com um bastão de vidro por 10 minutos.
- Rasgue um bocado de papel de filtro em pedacinhos. Ponha-os no copo.
- Agite por 5 minutos, ou até que o papel fique inchado e gelatinoso.
- Ponha um funil com papel de filtro no suporte da caixa 2. Para colocar o papel do filtro, dobre-o primeiramente em quartos, formando um cone. Ponha o papel no funil, forrando completamente o cone do funil.
- Filtre cerca de um quarto de líquido em 1 becher 100 ml (posição 22). Lave o becher com este filtrado e derrame-o. Continue a filtração até encher o becher pela metade (50 ml).
- Junte 1 ml da solução do cloreto de bário ao filtro com a pipeta correspondente, agite por 5 segundos e observe imediatamente se forma ou não um precipitado branco.
- Se não houver precipitado, considere a quantidade de sulfatos como inferior a 100 ppm.
- Se se obtiver um precipitado imediatamente, ou uma solução leitosa, os sulfatos estão em quantidade superior a 100 ppm e deve-se ensaiar uma amostra para 200 ppm. Este ensaio executa-se como anteriormente, mas na 2ª operação junta-se 2 ml da solução de cloreto de bário. Se se tiver de fazer outros ensaios, junta-se 1 ml da solução de cloreto de bário para cada adicional de 100 ppm. Portanto, para constatar 300 ppm de sulfato, emprega-se 3 ml de reagente. Note-se que o volume de reagente (ml) que se junta depois da filtração é igual para qualquer caso.
- Resultando uma solução límpida, o teor de sulfato é inferior à dosagem em ppm que se ensaia no momento e se situa entre o valor de experiência e o da experiência anterior. Se resulta um precipitado ou uma solução leitosa, a quantidade de sulfato é superior ao valor experimentado de sulfatos, e proceda-se a nova experiência, para valor superior.

h) Determinação da Turbidez

1) Generalidades

A turbidez indica a quantidade de matéria em suspensão existente na água, ou o grau de sua remoção após o tratamento (por coagulação e decantação). É definida pela turbidez na escala Jakson (turbidímetro de vela Jakson), expressa pelo teor, em ppm de sílica, referidas a uma série de padrões de turbidez.

Dois tipos de ensaio podem ser aplicados na determinação de turbidez de águas:

- por comparação visual da amostra da água em exame com soluções padrões de turbidez.
- utilizando um artifício que permita medir diretamente a visibilidade através da própria amostra, como, por exemplo, pelo emprego do copo graduado e com uma mancha preta pintada no fundo, conforme se verá adiante (método rápido) que fornece resultados apenas aproximados.

2) Material e Reagentes

- Estojo contendo 6 frascos (125 ml) de determinação de turbidez.
- Frascos de 250 ml.
- Solução de alumen amoniacal.
- Pipeta graduada, 1 ml.
- Funil de filtração e papel de filtro.
- Solução estoque de padrão de turbidez, 200 ppm.
- Proveta graduada, 25 ml.

3) Procedimento — Método por Comparação

1) Preparo do Padrão de Turbidez = Zero

Destina-se à preparação dos padrões de turbidez, conforme descrito no item 8c11. Para preparar água isenta de turbidez (turbidez = zero), proceda do seguinte modo.

- Encha quatro frascos de 250 ml, boca larga (posição 4 e 6) com água potável limpa.
- Coloque em cada frasco pedaços de papel de filtro. Sacuda os frascos intermitentemente por cerca de 10 minutos, ou até que o papel se desmanche e torne-se gelatinoso.
- Adicione a cada frasco 1 ml da solução de alumínio, com a pipeta de 1 ml própria para esta solução e agite por 5 minutos.
- Filtre o líquido contido nesses frascos para cinco dos seis frascos de 120 ml que constituem o estojo de determinação de turbidez (posição 11). Descarregue a primeira porção de filtrada equivalente a 1/4 do volume de cada frasco, lavando bem os frascos com o filtrado.
- Continue a filtração até completar nível pouco abaixo da marca de aferição (100 ml) em cada frasco. Feche imediatamente para evitar contaminação com poeira. Em um deles marque a indicação "0" com um lápis dermatográfico.

II) Preparo dos Padrões de Turbidez

Aos demais frascos, contendo água preparada como acima, adicione, em sequência, as seguintes porções de solução estoque padrão de 200 ppm (posição 10) e anote um lápis dermatográfico os respectivos índices de turbidez. Agite suficientemente o frasco com a solução estoque 200 ppm antes de tomar as alíquotas.

2,5 ml — 5 ppm
5,0 ml — 10 ppm
7,5 ml — 15 ppm
10 ml — 20 ppm
12,5 ml — 25 ppm

Feche bem os frascos e mantenha-os no estojo, para comparação visual com a amostra.

NOTA 1 — Os padrões de turvação tem duração relativamente curta e devem ser renovados semanalmente ou preparados imediatamente antes do ensaio (ver NOTA 2). Recomenda-se desprezar a solução estoque quando o nível no frasco for menor que 3 a 5 cm.

III) Comparação com a Amostra (Determinação da Turbidez)

- Encha o frasco de 120 ml disponível com a água em exame. Compare visualmente a amostra com cada um dos padrões, tendo o cuidado de agitar convenientemente cada padrão antes de proceder à comparação.
- Anote a turbidez da água como igual a do padrão que coincidir com a turbidez da amostra ou no intervalo entre dois padrões consecutivos.

EXEMPLO: Maior que 10 ppm; menor que 15 ppm.

NOTA 2 — Quando a aparência da amostra indicar que a turbidez é muito pequena (em torno de 5 ppm) prepare apenas o padrão de 5 ppm para proceder à comparação. Quando a amostra se mostrar mais turva que o padrão 25 ppm, proceda a novo ensaio, utilizando amostra diluída com água do frasco "0". Escolha a diluição de acordo com a aparência da amostra.

- Repita a comparação visual com a amostra diluída e anote o resultado.
- Calcule a turbidez, multiplicando os resultados encontrados pelo fator de diluição, conforme tabela abaixo.

ppm = 0 (ml)	Amostra (ml)	Multipli- cador
90	10	10
75	25	4
50	50	2

Para medir a quantidade de amostra para diluição, utilize a proveta de 25 ml (posição 29). Meça o volume adequado e transfira para o frasco de amostra do estojo de turbidez. Complete o volume com a água do frasco "0" até a marca de aferição (100 ml).

4) Procedimento – Método Rápido

Para examinar baixas turvações, como os dos efluentes de um aparelho de purificação, ponha a água no copo até a altura de 850 ml e observe a mancha preta. Se a mancha preta aparecer nitidamente tão preta como anteriormente, isto é sinal de estar se produzindo uma turvação inferior a 5 ppm. Uma turvação superior a 5 ppm produzirá um matiz leitoso ou acinzentado.

Como não é fornecido tubidímetro, para ser usado com águas superficiais, o copo medidor pode ser empregado para constatar a turbidez de uma água de superfície superior a 100 ppm, entre 100 e 50 ppm e inferior a 50 ppm. Proceda do seguinte modo:

- Encha o copo até a marca de 500 ml.
- Não enxergando mais mancha preta, a turvação é igual ou superior a 100 ppm.
- Se o contorno da mancha ainda for visível, a turvação é inferior a 100 ppm.
- Neste último caso, adicione mais água em exame, até o nível de 850 ml. Se a mancha deixar de ser visível, a turvação será superior a 50 ppm e inferior a 100 ppm.
- Se a mancha permanecer visível, a turvação será inferior a 50 ppm.

3) Pesquisas de Tóxicos

a) Generalidades

Empregam-se estas provas para descobrir fontes de águas contaminadas com agentes químicos de guerra que não podem ser tratadas nem tornadas potáveis pelos métodos comuns de tratamento de campanha. Estas provas são executadas com o estojo de campanha de exame d'água e detecção de agentes químicos de guerra. Quando se usar o estojo, devem ser tomadas as seguintes precauções:

- As amostras d'água para estas provas devem ser colhidas diretamente na fonte.
- Não se deve efetuar provas com águas já depuradas, porque as reações químicas que se realizam durante o tratamento podem falsear os resultados.
- Quando as fontes d'água estão contaminadas, deve-se procurar encontrar uma fonte cujo exame dê um resultado satisfatório, ou conseguir permissão do oficial qualificado para tratar a fonte contaminada.
- Quando se desejar determinar o pH, não use papel de nitrazina, se se dispuser do comparador de pH.
- Um pH inferior a 6,0 dá origem a suspeitas, porque quase todas as águas naturais têm um pH superior a 6,0. Contudo águas de pântano, fortemente coloridas, podem ter um pH inferior a 6,0. Neste caso, um abaixamento considerável do grau normal deve ser considerado suspeito.
- Uma necessidade de cloro superior a 5 ppm dá origem a suspeitas. Entretanto, matérias vegetais em decomposição podem originar grandes necessidades de cloro.

Direções Gerais

Antes de empregar o estojo, leia as instruções cuidadosamente. Recolha a água no caneco do cantil ou uma vasilha semelhante, agitando a fonte de água o mínimo possível. Comece com a prova do arsênico, e enquanto ela se realiza, proceda às demais.

b) Materiais e Reagentes

O estojo de provas de pesquisa de tóxicos consta de:

- a) Frasco e tubo para papel indicador para prova de arsênico.
- b) Frasco de reagentes:

- I — Bissulfato de potássio
- II — Zinco metálico
- III — Reagente A

- IV — Reagente B
- V — Agente clorante
- VI — Comparador de pH (papel)
- VII — Tubo de papel indicador de arsina.

c) Ensaio de Arsênico

O processo para realizar as provas para lawisita e outros agentes que contêm arsênico é o seguinte:

- Encha o frasco de reação (posição 27a) com a água a examinar, até aproximadamente 1/3 do seu volume.
- Ponha dois grânulos de bissulfato de potássio (frasco 32a) dentro do frasco de reação e sacuda até a dissolução.
- Do tubo de papel indicador de arsênico (posição 26) retire uma tira para exame, pela extremidade; umedeça a tira e coloque-a cuidadosamente no tubo (posição 27b). Dobre a tira na extremidade de modo que ela fique no tubo com a dobra pendurada no rebordo do tubo. No manuseio da tira, toque somente a extremidade. (Ver nota).
- Quando os grânulos de bissulfato de potássio se dissolverem, junte cinco grânulos de zinco (frasco, posição 32b) ao conteúdo do frasco de reação.
- Imediatamente monte o aparelho de arsênico, para que os gases ao se desprenderem e subirem, passem pelo papel de exame.
- Se o vidro estiver frio aqueça na mão fechada, ou ligeiramente em uma chama de fósforo ou isqueiro. Deixe em repouso por 2 minutos.
- Remova a tira do exame e observe a extensão da mancha amarela ou parda resultante. Uma mancha de cerca de 5 mm indica um resultado positivo; uma mancha inferior a 5 mm, resultado negativo.

NOTA: Para o ensaio do arsênico utilize preferentemente o tubo de vidro de papel indicador de menor diâmetro (com a troca da rolha de borracha). O conjunto completo (aparelho Gutzeit) destina-se a casos em que a água em análise contém compostos de enxofre capazes de mascarar o ensaio (não previsto no presente manual).

d) Turvação e Coloração

Encha o tubo de exame com a água a examinar e verifique a ausência ou presença de turvação e coloração. Contudo, a presença unicamente de coloração e turvação não é prova concludente da presença de agentes químicos. Continue o exame de tóxicos.

e) Prova do pH

Mergulhe uma tira de papel indicador (posição 25) na água e compare a cor resultante com a tabela de cores.

Um pH bem inferior a 6,0 indica uma contaminação possível. Se se dispuser do comparador colorimétrico, use-o para determinar o pH.

f) Prova de Mostarda (inclusive mostarda nitrogenada e cloreto de cianogênio)

Este exame verifica a presença ou ausência de mostarda nitrogenada e cloreto de cianogênio.

- Lave um becher (posição 22) com água a examinar e cuidadosamente encha-o com 25 a 30 ml d'água suspeita.
- Junte pequena porção do reagente A (posição 32c).
- Agite por 2 a 3 minutos, deixe-o repousar 5 minutos.
- Em tempo frio, aqueça o becher nas mãos por 5 minutos mais.
- Aparecendo uma cor amarela, após adição do reagente A, é um resultado positivo para cloreto de cianogênio.
- Junte pequena porção do reagente B (posição 32d) na água suspeita. Agite até dissolver. Enquanto se agita, observe o aparecimento de qualquer coloração.
- Observe o becher meio minuto contra um fundo branco.
- Uma cor azul ou vermelha, mesmo leve (principalmente em forma de coágulo) indica um resultado positivo para mostarda ou mostarda-nitrogenada.

- Uma cor amarela indica **cloro de cianogênio**. Uma cor branca ou cinza claro indica um resultado negativo.

Esta prova detecta a mostarda nitrogenada em concentrações de 5 ppm ou maiores. Concentrações inferiores a 5 ppm afetam certas pessoas, e não se deve confiar somente neste exame. Um aparelhamento mais completo, o estojo do Departamento Médico de exame d'água, pesquisas tóxicas e controle de tratamento, permite uma análise qualitativa da água e detecta a mostarda nitrogenada em concentrações inferiores a 5 ppm.

g) Prova da Demanda de Cloro

O cloro não neutraliza as substâncias químicas tóxicas que se encontram na água. Entretanto, ele pode revelar a presença de certos agentes químicos de guerra que reagem rapidamente com o cloro e aumentam imediatamente as necessidades de cloro da água. Quando uma dosagem de cloro de 6,0 ppm não deixa um resíduo de 1,0 ppm, após um contato de 2 minutos, algum agente químico de guerra pode estar presente. A prova se efetua do seguinte modo:

- Encha um cantil com água até 2 a 3 centímetros da boca.
- Junte a quantidade adequada (9 a 10 mg) de agente de cloração. Ponha a tampa do cantil e agite até a dissolução. Isto ocorre entre 2 a 5 minutos.
- Cinco minutos após a dissolução, verifique o teor de cloro residual, utilizando o comparador do estojo 1.
- O resultado do ensaio será considerado positivo quando se encontrar um teor de cloro residual inferior a 1,0 ppm, significando que a necessidade de cloro é maior que 5 ppm.
- O resultado do ensaio será negativo, quando o cloro residual for maior que 1,0 ppm.

h) Cheiro e Sabor

Se as provas para coloração e turvação, arsênico, mostarda e necessidades de cloro forem todas negativas, cuidadosamente, cheire e prove a água suspeita.

- Um resultado positivo é indicado por um cheiro que produz ardência nos olhos e no nariz; ou um sabor sensivelmente picante ou apimentado, ou pelo cheiro ou sabor de um gás conhecido.
- A ausência de cheiro e sabor indica um resultado negativo, mas não significa necessariamente que a água seja perigosa. Um resultado negativo também é indicado se só se identificam o cheiro e o sabor normalmente encontrados na água natural.

i) Interpretação dos Resultados

Considere-se a água contaminada e perigosa se uma ou mais das provas derem os seguintes resultados:

Prova de arsênico.	positiva
prova do pH.	pH inferior a 6,0
Prova de mostarda.	positiva
Prova das necessidades de cloro	positiva
Cheiro e sabor	positiva

A água é considerada apropriada para tratamento pelos métodos usuais se todas as provas derem os resultados seguintes:

Prova do arsênico	negativa
Prova do pH.	pH acima de 6,0
Prova de iperites	negativa
Prova das necessidades de cloro	negativa
Cheiro e sabor.	negativa.

4ª PARTE
EQUIPAMENTO DE ANÁLISE DE ÁGUA HACH
CAPÍTULO I

1. GENERALIDADES

1.1 Introdução

O presente manual contém instruções relativas ao emprego de equipamento de análise de água HACH, procedente dos EUA. Trata-se de um conjunto de instrumentos e reagentes projetados para que mesmo o pessoal com um mínimo conhecimento de química possa executar testes e colher amostras de água em campanha. Portanto, visa o reconhecimento e seleção das fontes de água em campanha e, ainda, o controle econômico e prático da operação dos equipamentos de purificação de água. Seus instrumentos permitem a medição da quantidade de impurezas existentes nas fontes e a identificação dos caracteres mais significativos que influem na exploração dos pontos de água.

2. DESCRIÇÃO E CAPACIDADE

1.2 Descrição do equipamento

O equipamento, constituído por uma série de instrumentos e reagentes, é acondicionado em uma maleta de fibra de vidro de 24 x 10 x 8 pol (figura 1.1) provida interiormente de um polímero expandido e moldado, e, externamente, de uma alça de transporte e trincos. A tampa é dotada de um braço de articulação que permite manter a maleta aberta durante a operação. Nessa posição, os moldes de plástico conservam todo o instrumento na vertical, dando a máxima comodidade ao operador.

1.3 Possibilidade

O equipamento possibilita ao operador diagnosticar a presença de contaminantes, concluir sobre a necessidade ou não de clarear ou desmineralizar a água e, em consequência selecionar a fonte que requeira o processo mais elementar para o abastecimento de água tratada para emprego militar.

Os informes relativos aos pontos de água devem ser cadastrados e atualizados sempre que houver variação das condições fisiográficas e climáticas.

1.4 Variedades de testes

Com o presente equipamento e através de seus componentes, o operador pode realizar os seguintes testes de campanha:

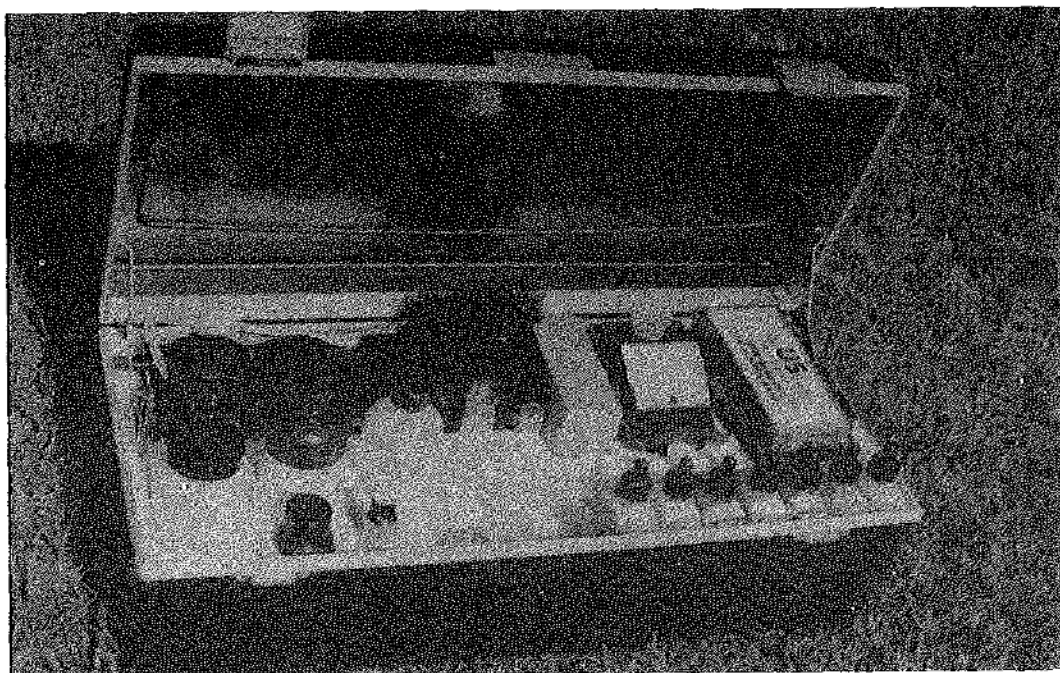


Fig 1.1 – Equipamento Hach

- 1) Acidez (Nas faixas alta e baixa) – Seqüência: Anexo III
- 2) Alcalinidade (Nas faixas alta e baixa) – Seqüência: Anexo II
- 3) Presença do dióxido de carbono – Seqüência: Anexo III
- 4) Total de cloretos Nas faixas alta e baixa) – Seqüência: Anexo IV
- 5) Presença de sulfatos – Seqüência: Anexo V
- 6) Total de sólidos dissolvidos
- 7) Dureza
- 8) Dosagem de coagulação
- 9) Presença de agentes de guerra química
 - a) Contaminação da água
 - b) Contaminação das superfícies
 - c) Presença de arsênico
 - d) Presença de mostarda
 - e) Teste de pH
 - f) Teste da necessidade de cloro
 - g) Presença de tóxicos dos nervos
 - h) Teste do odor e do sabor.

Os testes acima são realizados pelo processo de titulação ou de concentração. As titulações são conduzidas gota a gota com o emprego do conta-gotas calibrado até que a amostra atinja o ponto ideal. Determinam-se as concentrações por métodos de amostragem peculiares a cada procedimento.

Particularmente, há que determinar e pesquisar, em primeiro lugar, se a água da fonte se situa e se apresenta com baixa concentração de acidez, alcalinidade ou cloro. Para isto empregam-se o frasco de lavagem (nº 22, figura 1.7) e o tubo de ensaio (nº 18, figura 1.7). Previamente, lava-se o tubo com a água do frasco que é sempre mantido com água pura e desmineralizada.

3. INSTRUÇÕES PARA REALIZAÇÃO DOS DIVERSOS TESTES

1.5 Teste de acidez

A quantidade de substâncias ácidas ou alcalinas presentes na água têm importante significado no seu emprego e tratamento, razão porque se deve determinar cuidadosamente o grau de acidez ou alcalinidade da água que se pretende usar.

A presença de ácidos na água ocorre com frequência, indicando poluição por resíduos industriais ou drenagem de decomposição orgânica extensiva. O ácido presente na água é classificado como:

- a) Ácido livre — se proveniente da poluição por ácido sulfúrico ou clorídrico.
- b) Ácido total — Se proveniente da mistura de ácido livre com ácidos fracos, como o carbônico, combinado ainda com ácidos orgânicos.

Os níveis de ácido livre e acidez total são determinados pelo número de gotas necessárias ao teste da amostra específica. O presente manual contém os cálculos e exemplos para converter o número de gotas do teste em miligramas (de ácido) por litro (de água).

1.6 Escolha das Faixas de Pesquisa

Dependendo das características da fonte, o operador deverá pesquisar a presença de ácido livre (clorídrico ou sulfúrico) em duas faixas: baixa e alta. O ácido livre é determinado pela adição do indicador verde de bromocresol-vermelho de metil à amostra de água até que a cor da mistura passe de rosa para azul-acinzentado (cor ideal). O ácido total é, por sua vez, determinado pela adição do indicador de fenolftaleína e 0,02N de hidróxido de sódio até que a mistura adquira os primeiros tons róseos que é sua cor ideal.

IMPORTANTE

TESTE	REAGENTE	COR IDEAL
Ácido livre	Verde de bromocresol — vermelho de metil	Azul acinzentado
Acidez total	Fenolftaleína	Rosa

A escolha da faixa (baixa ou alta) de pesquisa da presença de ácido (livre ou total), depende, como se disse, da natureza da fonte. Desta forma, os efluentes da coluna catiônica de uma planta iônica, operando em água salobra deverá, normalmente, conter uma grande quantidade de ácido, fazendo com que a presença de ácido seja pesquisada em faixa alta. Por outro lado, a salmoura oriunda de uma planta de destilação de água, imediatamente depois da lavagem do evaporador (com ácido) conterá pequena quantidade de ácido, devendo ser avaliada por teste em faixa baixa.

IMPORTANTE

Em ambos os testes, se surgir a cor ideal após a adição das soluções indicadoras, a acidez total ou o ácido livre são nulos. O frasco de hidróxido de sódio deve ser rigorosamente fechado para evitar a absorção de dióxido de carbono do ar.

1.7 Procedimento do teste de acidez (livre e total)

- a) Relação do material empregado (Fig. 2)
 - 1) Frasco com hidróxido de sódio (nº 671);
 - 2) Caixinha plástica nº 942 com fenolftaleína;
 - 3) Caixinha plástica nº 943 com verde de bromocresol-vermelho de metil;
 - 4) Cortador de plástico (igual ao cortador de unhas);
 - 5) Frasco de mistura (nº 1778 capacidade de 23 ml);
 - 6) Tubo plástico de medida (nº 438);
 - 7) Frasco com a amostra da água (nº 2169).

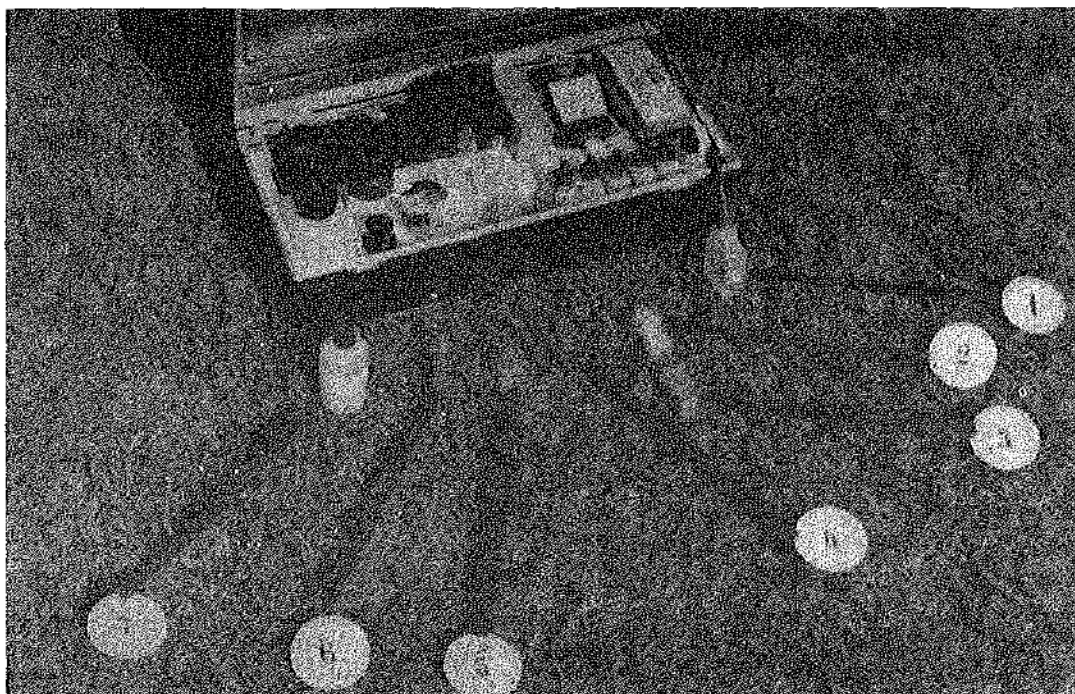


Fig 1.2 – Material destinado ao teste de acidez (livre e total, faixas alta e baixa)

b) Ácido livre (faixa alta)

- 1) Encher o tubo de medida de plástico (nº 6, figura 1-2) até a marca superior, com a água a ser testada. Derramar a água no frasco (nº 5, figura 1-2);
- 2) Adicionar o conteúdo de um saquinho de indicador verde de bromocresol-vermelho de metil (nº 3, figura 1-2) ao frasco (nº 5, figura 1-2);
- 3) Duas hipóteses podem ocorrer:
 - a) A mistura torna-se azul-acizentada, azul ou verde, caso em que o ácido livre é nulo;
 - b) A mistura torna-se rosa, caso em que a quantidade de ácido livre é considerável e deverá ser avaliada.
- 4) Para avaliar o ácido livre, o operador junta, ao frasco anterior (que está com a mistura rósea) gotas de hidróxido de sódio, contando-as e agitando (a mistura) até que surja a tonalidade azul-acizentada.

IMPORTANTE

- 1 – Conte as gotas de hidróxido de sódio com atenção;
- 2 – Anote o número de gotas;
- 3 – Agite sempre;
- 4 – Não permita que o conta-gotas de hidróxido de sódio toque nas paredes do gargalo do frasco de mistura;
- 5 – O ácido livre da amostra, em miligramas por litro de uma quantidade equivalente de carbonato de cálcio é calculada da seguinte maneira:

$$\frac{\text{número de gotas de hidróxido de sódio}}{3} \times 17,1 = \text{mg/l de carbonato de cálcio}$$

Exemplo: Foram necessárias 30 gotas de hidróxido de sódio para dar cor azul à amostra do frasco:

$$\frac{30}{3} \times 17,1 = 171,0 \text{ mg/l de carbonato de cálcio.}$$

Logo, a acidez livre na amostra é 171,0 mg/l

c) Ácido livre (faixa baixa)

- 1) Encher o frasco (nº 5, figura 1-2) até a marca de 15 ml com água que está sendo testada;
- 2) Adicionar o conteúdo de um saquinho de indicador de bromocresol-vermelho de metil (nº 3, figura 1-2);
- 3) Duas hipóteses podem ocorrer:
 - a) A mistura torna-se azul acinzentada ou verde, caso em que não ocorre a presença de ácido livre;
 - b) A mistura torna-se rósea, caso em que há ácido livre que vai ser medido pela adição de hidróxido de sódio, da mesma forma que no teste anterior, até a mistura tornar-se azul acinzentada;
- 4) O cálculo do ácido-livre existente é feito da seguinte forma:

$$\frac{\text{Número de gotas de hidróxido de sódio}}{7,5} \times 17,1 = \text{mg/l de carbonato de cálcio.}$$

Exemplo: Houve necessidade de 15 gotas para a mistura passar de rosa para azul.

$$\text{Ácido livre} = \frac{15}{7,5} \times 17,1 = 34,2 \text{ mg/l de carbonato de cálcio.}$$

IMPORTANTE

- 1 — Conte as gotas de hidróxido de sódio;
- 2 — Anote o número de gotas;
- 3 — Agite sempre;
- 4 — Não permita que o conta-gotas com hidróxido de sódio toque nas paredes da garrafa do frasco de mistura;
- 5 — Cálculo do ácido livre (faixa baixa):

$$\frac{\text{número de gotas de hidróxido de sódio}}{7,5} \times 17,1 = \text{mg/l de carbonato de cálcio}$$

d) Teste de acidez total (faixa alta)

- 1) Encher o tubo de medida de plástico (nº 6, figura 1-2) até a marca superior, com a água a ser testada. Derramar a água no frasco (nº 5, figura 1-2);
- 2) Adicionar o conteúdo de um saquinho de indicador de fenolftaleína (nº 2, figura 1-2) ao frasco (nº 5, figura 1-2);
- 3) Duas hipóteses podem ocorrer:
 - a) A mistura torna-se rosa, caso em que acidez total é nula;
 - b) A mistura permanece incolor, caso em que a acidez total é considerável e deverá ser avaliada.
- 4) Para avaliar a acidez total, o operador junta ao frasco anterior (que está com a mistura incolor) gotas de hidróxido de sódio, contando-as e agitando a mistura até que surja a tonalidade rosa.

IMPORTANTE

- 1 — Conte as gotas de hidróxido de sódio com atenção;
- 2 — Anote o número de gotas;
- 3 — Agite sempre;
- 4 — Não permita que o conta-gotas de hidróxido de sódio toque nas paredes do gargalo do frasco da mistura;
- 5 — A acidez total da amostra, em miligramas por litro de uma quantidade equivalente de carbonato de cálcio é calculada da seguinte forma:

$$\frac{\text{número de gotas de hidróxido de sódio}}{3} \times 17,1 = \text{mg/l de carbonato de cálcio}$$

e) Acidez total (faixa baixa)

- 1) Encher o frasco (nº 5, figura 1-2) até a marca 15 ml com água que está sendo testada;
- 2) Adicionar o conteúdo de um saquinho de indicador de fenolftaleína (nº 2, figura 1-2) ao frasco (nº 5, figura 1-2).

3) Duas hipóteses podem ocorrer:

- a) A mistura torna-se rosa, caso em que a acidez é nula;
 - b) A mistura permanece incolor, caso em que a acidez total é considerável e deverá ser avaliada.
- 4) Para avaliar a acidez total, o operador junta ao frasco anterior (que está com a mistura incolor) gotas de hidróxido de sódio, contando-as e agitando a mistura até que surja a tonalidade rosa.

IMPORTANTE

- 1 - Conte as gotas de hidróxido de sódio com atenção;
- 2 - Anote o número de gotas;
- 3 - Agite sempre;
- 4 - Não permita que o conta-gotas de hidróxido de sódio toque nas paredes do gargalo do frasco da mistura;
- 5 - A acidez total da amostra, em miligramas por litro de uma quantidade equivalente de carbonato de cálcio é calculada da seguinte forma:

$$\frac{\text{nº de gotas de hidróxido de sódio}}{7,5} \times 17,1 = \text{mg/l de carbonato de cálcio}$$

1.8 Teste de alcalinidade

As impurezas alcalinas existentes na água são resultantes do fluxo das correntes pelos solos alcalinos. Sua quantidade é classificada como média alta ou baixa e usualmente medida em miligramas por litro (mg/l) de uma quantidade equivalente de carbonato de cálcio. A faixa de alcalinidade média-alta é determinada pela adição do indicador de fenolftaleína à amostra colhida que recebe, em seguida, gotas de ácido sulfúrico, até que se torne incolor que é a cor ideal. A faixa de alcalinidade baixa é determinada pela combinação do indicador verde de bromocresol-vermelho de metil com uma amostra de água seguida da adição de ácido sulfúrico, até que a mistura passe de azul esverdeado para rosa.

IMPORTANTE

TESTE DE ALCALINIDADE

FAIXA	MODALIDADE	REAGENTE	COR IDEAL
ALTA	À fenolftaleína	Fenolftaleína	Incolor
	Ao alaranjado de metil	Alaranjado de metil + Verde de bromocresol	Rosa
BAIXA	À Fenolftaleína	Fenolftaleína	Incolor
	Ao Alaranjado de metil	Alaranjado de metil + Verde de bromocresol	Rosa

1.9 Procedimento para o teste de alcalinidade

a) Relação do material destinado ao teste de alcalinidade (Fig. 1.3)

- 1) Frasco com ácido sulfúrico (nº 413);
- 2) Caixa de plástico com indicador fenolftaleína (nº 942);
- 3) Caixa de plástico com indicador verde de bromocresol-vermelho de metil (nº 943);
- 4) Cortador (nº 968);
- 5) Frasco de mistura (nº 1778, capacidade de 23 ml);
- 6) Tubo plástico de medida (nº 438);
- 7) Frasco com a amostra da água (nº 2169).

b) Teste de alcalinidade, à fenolftaleína (faixa alta)

- 1) Encher o tubo de medida de plástico (nº 6, figura 1-3) até a marca superior, com a água a ser testada. Derramar a água no frasco (nº 5, figura 1-3);

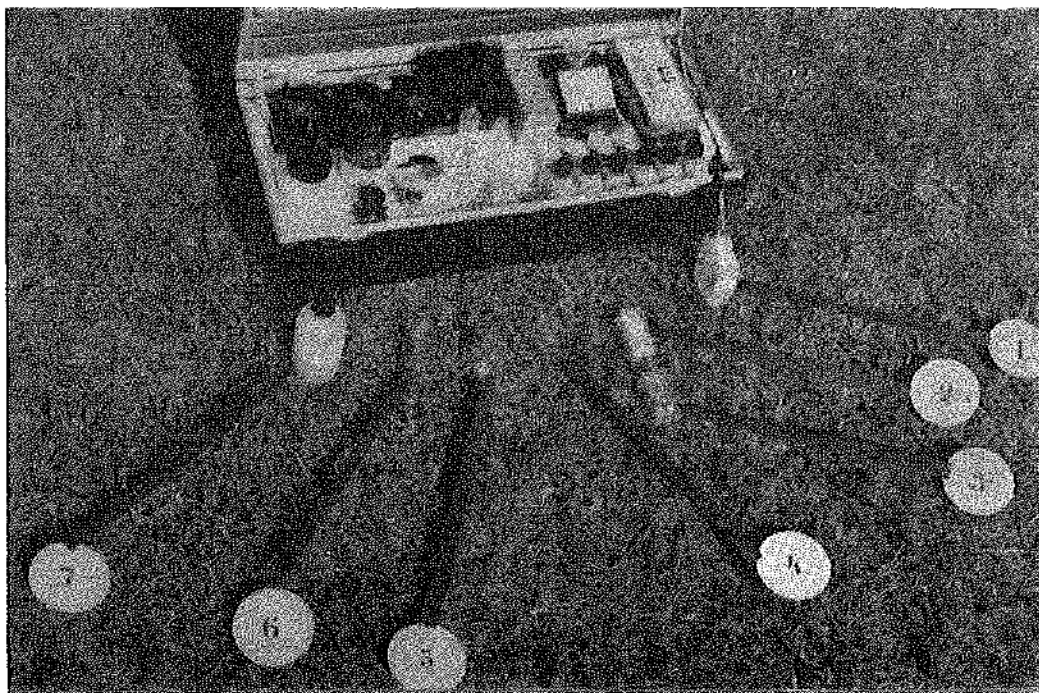


Fig 1.3 – Material destinado ao teste de alcalinidade.

- 2) Adicionar o conteúdo de um saquinho de indicador de fenolftaleína (nº2, figura 1-3) ao frasco (nº5, figura 1-3);
- 3) Duas hipóteses podem ocorrer:
 - a) A mistura permanece incolor, caso em que a alcalinidade à fenolftaleína é nula;
 - b) A mistura torna-se rosa, caso em que a alcalinidade à fenolftaleína é considerável e deverá ser avaliada.
- 4) Para avaliar a alcalinidade à fenolftaleína, o operador junta, ao frasco anterior (que está com a mistura rósea) gotas de ácido sulfúrico, contando-as e agitando a mistura até que se torne incolor.

IMPORTANTE

- 1 – Conte as gotas de ácido sulfúrico com atenção;
- 2 – Anote o número de gotas;
- 3 – Agite sempre;
- 4 – Não permita que o conta-gotas de ácido sulfúrico toque nas paredes do gargalo do frasco da mistura;
- 5 – A alcalinidade à fenolftaleína da água da amostra, em miligramas por litro de uma quantidade equivalente de carbonato de cálcio é calculada da seguinte maneira:

$$\text{número de gotas de ácido sulfúrico} \times 17,1 = \text{mg/l de carbonato de cálcio}$$

Exemplo: Foram necessárias 10 gotas de ácido sulfúrico para a mistura passar de rosa para incolor:
 $10 \times 17,1 = 171 \text{ mg/l de carbonato de cálcio.}$
 Logo, a alcalinidade à fenolftaleína é 171 mg/l.

- c) Alcalinidade ao alaranjado de metil (alcalinidade total) (faixa alta)
 Se o teste de alcalinidade à fenolftaleína resultar positivo, o operador fica obrigado a determinar, também a alcalinidade total, ou seja: a alcalinidade ao alaranjado de metil.
 - 1) Tomar a reação anterior, cuja cor passou de rosa para incolor;
 - 2) Tomar as anotações e verificar o número de gotas de ácido sulfúrico que foram gastas na reação;
 - 3) Juntar o conteúdo de um saquinho de indicador verde de bromocresol-vermelho de metil ao frasco da reação descrita. A reação torna-se-á azul esverdeada;
 - 4) Para avaliar a alcalinidade total (alcalinidade ao alaranjado de metil), o operador junta ao frasco da reação anterior (que está com a mistura azul esverdeada) novas gotas de ácido sulfúrico, contando-as e agitando a mistura até que se torne rosa.

IMPORTANTE

- 1 - Conte o número de gotas de ácido sulfúrico com atenção, some com o número de gotas pré-anotado, gasto na operação anterior;
- 2 - efetue a soma do número de gotas;
- 3 - Agite sempre;
- 4 - Não permita que o conta-gotas de ácido sulfúrico toque nas paredes do gargalo do frasco da mistura;
- 5 - A alcalinidade total da amostra, em miligramas por litro de uma quantidade equivalente de carbonato de cálcio é calculada da seguinte forma:

número total de gotas $\times 17,1 = \text{mg/l}$ de carbonato de cálcio.

Exemplo: Foram contadas inicialmente 10 e depois 5 gotas de ácido sulfúrico para a mistura tornar-se rosa.

$(10 + 5) \times 17,1 = 256,5 \text{ mg/l}$ de carbonato de cálcio. Logo, a alcalinidade total (alcalinidade ao alaranjado de metil é $256,5 \text{ mg/l}$).

d) Teste de alcalinidade à fenolftaleína (faixa baixa)

- 1) Encher o frasco de mistura até a marca de 15 ml com a água a ser testada;
- 2) Adicionar o conteúdo de um saquinho do indicador de fenolftaleína (nº 2, figura 1-3);
- 3) Duas hipóteses podem ocorrer:
 - a) A mistura torna-se incolor, caso em que a alcalinidade à fenolftaleína é nula;
 - b) A mistura torna-se rosa, caso em que a alcalinidade é considerável e que deverá ser avaliada.
- 4) Para avaliar a alcalinidade à fenolftaleína, o operador junta, ao frasco anterior (que está com a mistura rósea) gotas de ácido sulfúrico, contando-as e agitando a mistura até que se torne incolor.

IMPORTANTE

- 1 - Conte as gotas de ácido sulfúrico com atenção;
- 2 - Anote o número de gotas;
- 3 - Agite sempre;
- 4 - Não permita que o conta-gotas de ácido sulfúrico toque nas paredes do gargalo do frasco da mistura;
- 5 - A alcalinidade à fenolftaleína da água da amostra, em miligramas por litro de uma quantidade equivalente de carbonato de cálcio é calculada da seguinte maneira:

$\frac{\text{número de gotas de ácido sulfúrico}}{2,5} \times 17,1 = \text{mg/l}$ de carbonato de cálcio.

Exemplo: Foram necessárias 5 gotas de ácido sulfúrico para a mistura passar do rosa a incolor.

$\frac{5}{2,5} \times 17,1 = 34,2 \text{ mg/l}$ de carbonato de cálcio.

Logo, a alcalinidade à fenolftaleína é $34,2 \text{ mg/l}$.

e) Alcalinidade ao alaranjado de metil (alcalinidade total) (faixa baixa).

Se o teste de alcalinidade à fenolftaleína resultar positivo, o operador fica obrigado a determinar também a alcalinidade total, ou seja: a alcalinidade ao alaranjado de metil.

- 1) Tomar a reação anterior, cuja cor passou de rosa para incolor;
- 2) Tomar as anotações e verificar o número de gotas de ácido sulfúrico que foram gastas na reação;
- 3) Juntar o conteúdo de um saquinho de verde de bromocresol-vermelho de metil ao frasco da reação descrita.
- 4) Para avaliar a alcalinidade total (alcalinidade ao alaranjado de metil) o operador junta ao frasco anterior (que está com a mistura azul esverdeada) novas gotas de ácido sulfúrico, contando-as e agitando a mistura até que se torne rosa.

IMPORTANTE

- 1 - Conte o número de gotas de ácido sulfúrico com atenção. Some com o número de gotas pré-anotado, gasto na operação anterior;
- 2 - Efetue a soma do número de gotas;
- 3 - Agite sempre;
- 4 - Não permita que o conta-gotas de ácido sulfúrico toque na parede do gargalo do frasco da mistura;
- 5 - A alcalinidade total, em miligramas por litro de uma quantidade equivalente de carbonato de cálcio é calculada da seguinte maneira:

$$\frac{\text{número total de gotas} \times 17,1}{2,5} = \text{mg/ml de carbonato de cálcio.}$$

Exemplo: Foram gastas, inicialmente 5, depois mais 5 gotas de ácido sulfúrico para a mistura tornar-se rosa:

$$\frac{(5 + 5) \times 17,1}{2,5} = 68,4 \text{ mg/l de carbonato de cálcio.}$$

Logo, a alcalinidade total (alcalinidade ao alaranjado de metil) é 68,4 mg/l.

1.10 Dióxido de carbono

O dióxido de carbono em dissolução na água pode prover do ar, da decomposição de vegetais e de fontes subterrâneas. Combinando-se com a água, forma o ácido carbônico que transforma os carbonatos de cálcio e de magnésio insolúveis em carbonatos solúveis. É um gás muito corrosivo e muito solúvel na água, razão porque a amostra a ser testada deve ser rigorosamente selada para não perder ou absorver gás carbônico do ar. O teste de sua presença assemelha-se ao da acidez total e nela é empregado o indicador de fenolftaleína, prosseguindo com a adição de hidróxido de sódio para a titulação.

A quantidade de gás carbônico é finalmente relacionada em termos de miligramas de gás carbônico por litro de água da amostra.

IMPORTANTE

TESTE	REAGENTE	COR IDEAL
DIÓXIDO DE CARBONO	FENOLFTALEÍNA	ROSA

1.11 Procedimento para o teste de dióxido de carbono

a) Relação do material destinado ao teste de dióxido de carbono (Fig. 1-4)

- 1) Frasco com hidróxido de sódio (nº 671);
- 2) Solução indicadora de fenolftaleína a 0,1% (nº 1897);
- 3) Frasco de mistura (nº 1778, capacidade de 23 ml);
- 4) Tubo plástico de medida (nº 438);
- 5) Frasco com amostra da água (nº 2169).

b) Teste do dióxido de carbono

- 1) Encher o tubo de medida (nº 4, fig. 1-4) ao nível máximo com a água da amostra contida no frasco (nº 5, fig. 1-4) que deve estar rigorosamente fechado. Virar rapidamente o frasco de mistura sobre o tubo de medida para evitar a perda de gás;
- 2) Desvirar o tubo e o frasco, transferindo a água medida do primeiro para o segundo;
- 3) Remover o tubo de medida e adicionar uma gota de fenolftaleína;
- 4) Duas hipóteses podem ocorrer:
 - a) Caso a mistura se torne rosa, o nível de dióxido de carbono presente na amostra é nulo;
 - b) Caso a mistura permaneça incolor após a adição da gota de fenolftaleína, a amostra contém dióxido de carbono que será avaliado.
- 5) Para avaliar a quantidade de dióxido de carbono, o operador junta ao frasco anterior (que está com a mistura incolor) gotas de hidróxido de sódio, contando-se e agitando a mistura até que se torne rosa.

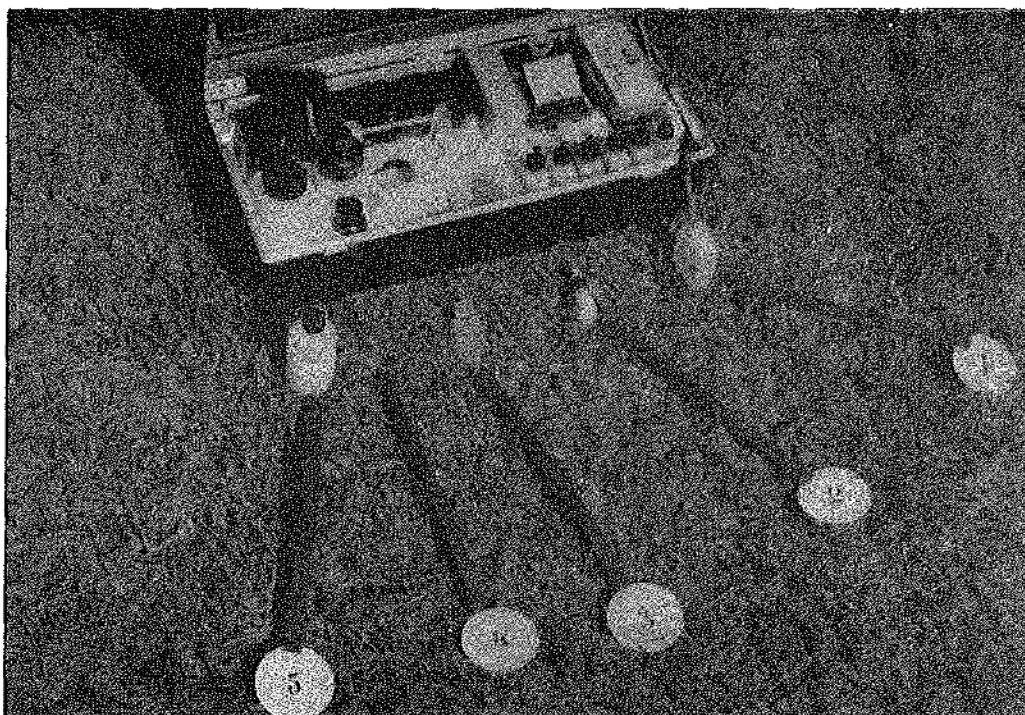


Fig 1.4 – Material destinado ao teste de dióxido de carbono.

IMPORTANTE

- 1 – Conte as gotas de hidróxido de sódio com atenção;
- 2 – Anote o número de gotas;
- 3 – Agite sempre;
- 4 – Não permita que o conta-gotas de hidróxido de sódio toque nas paredes do gargalo do frasco de mistura;
- 5 – O dióxido de carbono é calculado da seguinte maneira:

$$\text{número de gotas de hidróxido de sódio} \times 5 = \text{mg/ml de dióxido de carbono}$$

Exemplo: Foram necessárias 10 gotas de hidróxido de sódio para a solução adquirir a cor rosa:
 Dióxido de carbono presente = $5 \times 10 = 50 \text{ mg/l}$.

1.12 Cloretos

No percurso pela superfície do solo, ou em virtude da presença do mar, a água dissolve diversos sais, notadamente o cloreto de sódio. Conforme seja a concentração desses sais, se acima ou abaixo de 500 mg/l, diz-se que a fonte apresenta alta ou baixa concentração de cloretos, razão porque a pesquisa de sua presença é feita em duas faixas. A prova dos cloretos indica a quantidade de íons de cloro existente na amostra, medindo indiretamente a quantidade de cloreto de sódio existente na água.

Cada amostra de água de um volume específico é tratada com um saquinho de indicador de cloro e titulada com gotas de nitrato de prata, atentamente contadas.

Os íons de cloro presentes na amostra formam, durante a reação, um precipitado branco de cloreto de prata. A titulação continua gota a gota, até que a cor mude de amarelo para alaranjado que é a cor ideal.

IMPORTANTE TESTE DE CLORETOS

MODALIDADE	CONCENTRAÇÃO	REAGENTE	TITULAÇÃO	COR IDEAL
FAIXA ALTA	500–2500 mg/l	INDICADOR DE CLORO	NITRATO DE PRATA	ALARANJADA
FAIXA BAIXA	0–500 mg/l			



Fig 1.5 – Material destinado ao teste de cloretos.

1.13 Procedimento para o teste de cloretos

a) Relação do material empregado (Fig. 1-5)

- 1) Solução de nitrato de prata (nº 397);
- 2) Indicador de cloretos em pó (nº 1043);
- 3) Cortador de plástico (igual a um cortador de unhas) (nº 968)
- 4) Frasco de mistura (nº 1778 capacidade de 23 ml);
- 5) Tubo de plástico de medida (nº 438);
- 6) Frasco com amostra da água (nº 2169);

b) Teste de cloretos (faixa alta)

- 1) Encher o tubo plástico de medida até ao nível superior com a amostra a ser testada e derramar no frasco de mistura;
- 2) Adicionar o conteúdo de um saquinho de indicador de cloretos;
- 3) Adicionar nitrato de prata gota a gota, contando-as e agitando até que a água fique com uma cor alaranjada.

IMPORTANTE

- 1 – Conte as gotas de nitrato de prata com atenção;
- 2 – Anote o número de gotas;
- 3 – Agite sempre;
- 4 – Não permita que o conta-gotas toque nas paredes do gargalo do frasco da mistura;
- 5 – Após o início da mudança da coloração, continue adicionando o nitrato de prata até alcançar um alaranjado vivo;
- 6 – A quantidade equivalente de cloreto de sódio, presente na água da amostra em mg/l é calculada da seguinte maneira:

número de gotas de nitrato de prata x 50 = mg/l de cloreto de sódio.

Exemplo: Foram gastas 10 gotas de nitrato de prata $10 \times 50 = 500$ mg/l de cloreto de sódio.

c) Teste de cloretos (faixa baixa)

- 1) Encher o frasco de mistura até a marca de 23 ml com a água da amostra;
- 2) Adicionar o conteúdo de um saquinho de indicador de cloretos, agitando para obter uma mistura perfeita;
- 3) Adicionar a solução de nitrato de prata gota a gota, contando-as e agitando até que a mistura adquira a cor alaranjada.

IMPORTANTE

- 1 — Conte as gotas de nitrato de prata com atenção;
- 2 — Anote o número de gotas;
- 3 — Agite sempre;
- 4 — Não permita que o conta-gotas toque nas paredes do gargalo do frasco de mistura;
- 5 — Após o início da mudança de coloração continue adicionando o nitrato de prata até alcançar um alaranjado vivo;
- 6 — Tomar em consideração o número (mínimo de gotas que deu a coloração final);
- 7 — A quantidade equivalente de cloreto de sódio, presente na água em mg/l é calculada da seguinte maneira:

número de gotas de nitrato de prata x 12,5 = mg/l de cloreto de sódio

- 8 — Caso seja oportuno expressar o resultado pela totalidade de cloretos (não só por cloreto de sódio), multiplica-se a quantidade de cloro de ambos os testes (Faixas alta e baixa) por 0,6.

Exemplo: Se foram gastas 20 gotas de nitrato de prata, a quantidade equivalente de cloreto de sódio é:

$$20 \times 12,5 = 250 \text{ mg/l de cloreto de sódio.}$$

Nos dois exemplos aqui citados a quantidade total de cloretos é:

a) $500 \times 0,6 = 300 \text{ mg/l}$

b) $250 \times 0,6 = 150 \text{ mg/l}$

1.14 Sulfatos

O íon sulfato é abundante na água. Possui afinidade pelo hidrogênio e forma o ácido sulfúrico, muito forte, que reage com os metais, ao simples contato. É, geralmente, encontrado como sal e é dissolvido na água que mina do subsolo ou corre sobre formações rochosas. O nível de sulfatos é geralmente baixo, mas quando predominam condições ácidas, pode atingir grande concentração. Estes íons reagem com as substâncias do saquinho SULFA Ver^RIII (FSN 6810-798-9805) de cor leitosa, formando um precipitado branco de sulfato de bário, finalmente dividido, que pode ficar disperso por um longo período de tempo. O precipitado absorve uma certa quantidade de luz que está relacionada com a distância percorrida através da suspensão e, também, com a concentração dos íons sulfato. Desta forma, a variação da concentração do sulfato de bário vai implicar na variação do tamanho da coluna de água necessária para absorção da luz refletida pela cruz existente no fundo do tubo do teste de sulfato (FSN nº 6630-127-4780) que possui medidas de 35 a 200 ppm (de sulfatos), calibrado de acordo com a percepção do olho humano. A amostra de água tratada com um saquinho de sulfa Ver^RIII é lentamente colocada dentro do tubo calibrado, que deverá estar colocado sobre um campo branco (uma folha de papel por exemplo). A medida em que a coluna de água aumenta com a adição da mistura, a cruz no fundo começa a desaparecer e finalmente torna-se invisível.

IMPORTANTE

TESTE	REAGENTE
SULFATOS	SULFA (Ver ^R III)

1.15 Procedimento para os testes de sulfatos

a) Relação do material destinado ao teste de sulfatos

- 1) Recipiente plástico com saquinhos de sulfa Ver^RIII (nº 2188);

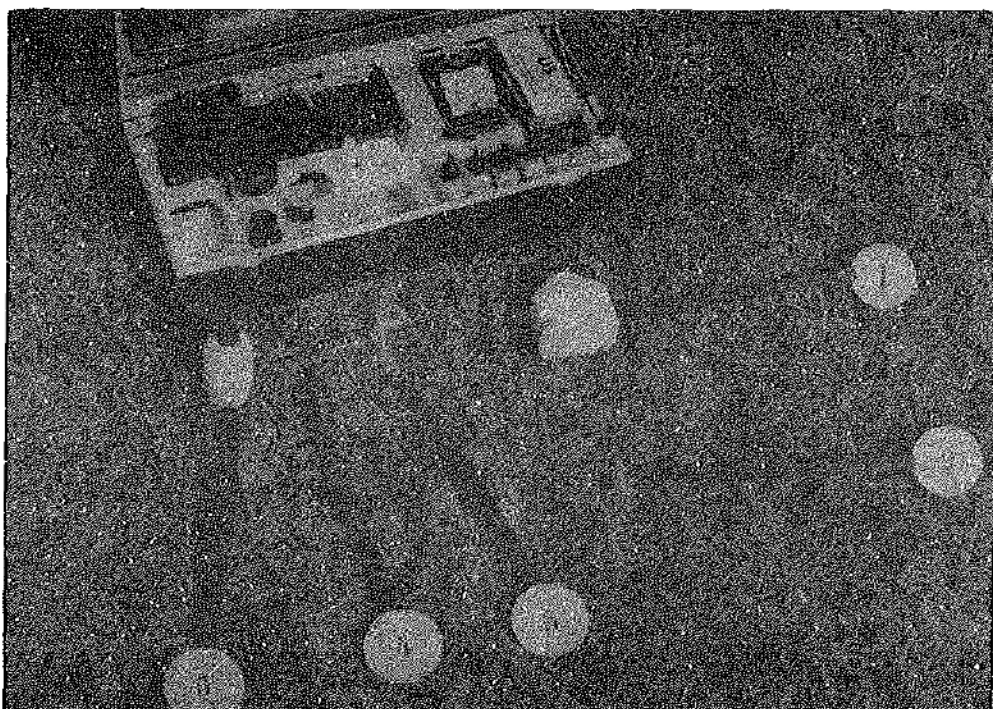


Fig 1.6 - Material destinado ao teste de sulfatos.

- 2) Cortador de plástico (nº 968);
- 3) Tubo para o teste do sulfato (FSN6630-127-4780). Possui uma cruz escura no fundo e escala lateral de 35 a 200 ppm de sulfato (nº 2157)
- 4) Tubo de vidro de medida (FSN6630-127-4795) de capacidade maior que o tubo plástico (nº 2160);
- 5) Frasco com amostra da água testada (nº 2169).

b) Teste de sulfatos

- 1) Encher o tubo de vidro, que possui uma cruz no fundo, com a amostra de água a ser testada;
- 2) Colocar no tubo de medida;
- 3) Adicionar o conteúdo de um saquinho de Sulfato (Ver^RIII) agitando até surgir uma turbidez branca, que indica a presença de sulfatos;
- 4) Deixar a mistura em repouso por uns cinco minutos;
- 5) Segurar o tubo calibrado de modo a poder observar claramente a cruz do fundo, contra um campo branco, que pode ser uma folha de papel;
- 6) Derramar vagarosamente a amostra preparada no tubo, até que a vista deixe de perceber a cruz negra;
- 7) Para avaliar a quantidade de sulfatos, procede-se a leitura na escala do tubo. A leitura é feita em mg/l que equivale a partes por milhão.

IMPORTANTE

- 1 - Encher o tubo com cruz no fundo com a água que está sendo testada;
- 2 - Levar a amostra para o tubo de medida;
- 3 - Derramar o reagente no frasco anterior;
- 4 - Repousar a mistura por 5 minutos;
- 5 - Derramar a mistura no tubo com a cruz;
- 6 - Observar a cruz até perdê-la de vista.
- 7 - Ler na coluna graduada.

Exemplo: A cruz desapareceu na marca de 55 ppm:
Concentração de sulfatos) = 55 ppm ou 55 mg/l.

1.16 Teste do total de sólidos dissolvidos

O teste referente ao total de sólidos dissolvidos na água que se deseja tratar é realizado mediante o emprego do medidor SD MYRON DE LUXE, integrante do equipamento HACH. Tal medida baseia-se nas propriedades de condutividade elétrica que possuem os minerais dissolvidos na água, que, quando pura, é má condutora. Desta forma, o aparelho permite avaliar a quantidade de sólidos dissolvidos em ppm, que equivale a mg/l. Faz-se a leitura dessa concentração na escala do mostrador do aparelho e multiplica-se o resultado por 10, 100 e 1.000. O aparelho contém instruções de emprego, que devem ser traduzidas para o português e mantidas em encarte especial plastificado ou colado ao aparelho. Antes do emprego, o aparelho deve ser calibrado.

IMPORTANTE

TESTE	MÉTODO
TOTAL DE SÓLIDOS DISSOLVIDOS	APARELHO SD MYRON DE LUXE

1.17 Calibragem do medidor

a) Calibragem de rotina e de manutenção

Antes de cada teste, procede-se um teste do aparelho do seguinte modo:

- 1) Girar o seletor para a faixa "S" (nº 3, fig. 1-7);
- 2) Apertar o botão (nº 4, fig. 1-7) e ler a medida mais precisa possível na escala;
- 3) Conferir com o valor da calibragem registrado na placa do fundo (nº 5, fig. 1-7) do medidor. Caso haja coincidência, o instrumento estará pronto para o uso;
- 4) Caso haja divergência, testa-se a bateria, mediante o procedimento que se segue;
- 5) Retirar a tampa do orifício do fundo do medidor (nº 7, fig. 1-7). Ajustar o dial (nº 2, fig. 1-7) até que, comprimindo o botão de "2" supra, se consiga a leitura máxima. Caso negativo trocar a bateria (nº 1, fig. 1-7) retirando o fundo do medidor (nº 6, fig. 1-7) (Bateria 9VNEDA 1604 - marca Eveready 216 FSN 6135-971-8485);
- 6) Proceder como indicado em (1) acima;
- 7) Proceder como indicado em (5) acima;
- 8) Recolocar a tampa. O instrumento está pronto para o uso.

IMPORTANTE

Caso haja variação de leituras superior a 20%, o instrumento encontra-se defeituoso e não pode ser empregado.

b) Execução do teste do total de sólidos dissolvidos

- 1) Uma vez calibrado o aparelho e de posse do material constante da figura 1-8, procede-se o teste da seguinte forma:
- 2) Lavar o copinho com a água a ser testada (3 vezes). Encher com a mesma água até 1/2 pol da borda.
- 3) Colocar o seletor (nº 4, fig. 1-7) na faixa 1.000. Comprimir o botão (nº 3, fig. 1-7) e anotar a leitura. Passar para a faixa 100 e depois para a 10, anotando atentamente.
- 4) Rejeitar as leituras diretas inferiores em valor absoluto e operar com a mais elevada, multiplicando-se por 10, 100 ou 1.000 para obter o resultado em ppm ou mg/l.

IMPORTANTE

- 1 — Limpar o aparelho diligentemente e recolocá-lo no respectivo compartimento;
- 2 — Jamais mergulhar o aparelho na água;
- 3 — Não tentar remover o copinho de plástico do medidor;
- 4 — Não usar amostras com temperatura acima de 82 graus centígrados;
- 5 — Limpar sempre o copinho com detergente e uma escovinha;
- 6 — Não raspar o copinho ou os eletrodos com ferramenta pontiaguda;
- 7 — Não colocar ácidos fortes no medidor;
- 8 — Não colocar água, álcool, acetona, benzeno ou solventes com cloro.

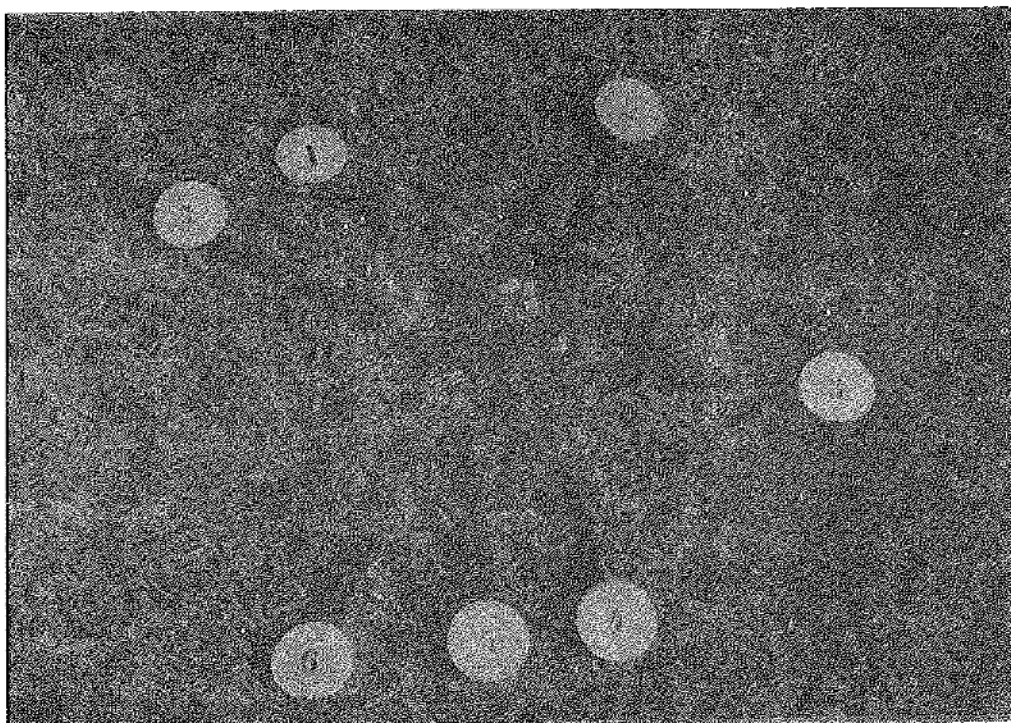


Fig 1.7 – Equipamento para medição e calibragem de sódios dissolvidos.

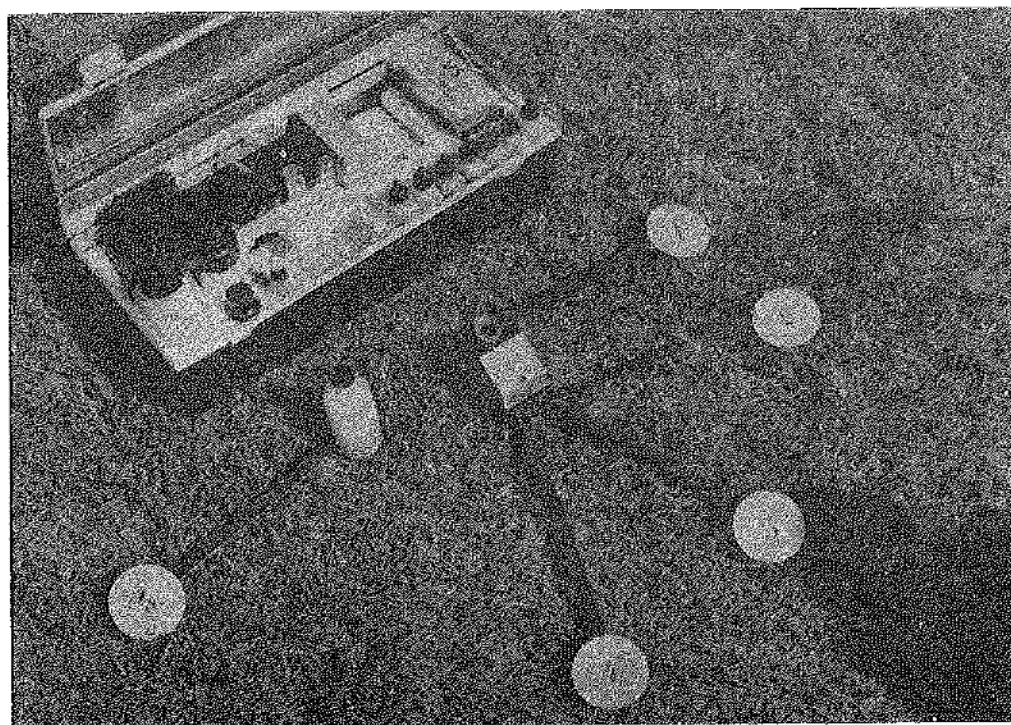


Fig 1.8 – Equipamento para o teste de sólidos dissolvidos.

1.18 Teste da dureza total

A dureza total foi outrora definida como a capacidade da água coagular o sabão que é precipitado, principalmente, pelo cálcio e pelo magnésio quase sempre presentes na água, juntamente com outros metais como o ferro,

o manganês e o zinco. Entretanto, usualmente, somente o cálcio e o magnésio alcançam concentrações expressivas nas águas comuns. Por isso, a dureza é hoje definida como a característica da água que representa a concentração total de cálcio e magnésio expressa como carbonato de cálcio.

O teste da dureza total consiste em tratar a amostra da água da fonte com três soluções de dureza ("Hardness", I, II, III), cujas funções são:

- a) DUREZA I — Fixar a alcalinidade;
- b) DUREZA II — Indicador que faz variar a cor da amostra da água do rosa ao azul (cor ideal);
- c) DUREZA III — É o reagente destinado à titulação gota a gota.

Os reagentes são empregados nesta ordem e permitem exprimir a dureza total em miligramas por litro de carbonato de cálcio, multiplicando-se o número de gotas do reagente DUREZA III necessariamente para a cor ideal (azul) por 17,1.

IMPORTANTE

TESTE	REAGENTE	COR IDEAL
DUREZA TOTAL	SOLUÇÃO DUREZAS I, II E III	AZUL

1.19 Procedimento para a determinação do dureza total

- a) Relação do material destinado ao teste de dureza total (fig (fig. 1.9)
 - 1), 2) e 3) Frascos de dureza I (nº 424), dureza II (nº 425) e dureza III (nº 426);
 - 4) Frasco plástico com a amostra a ser testada (nº 2169);
 - 5) Tubo plástico de medida (nº 438);
 - 6) Frasco de mistura (nº 1778 — capacidade p/ 23 ml).

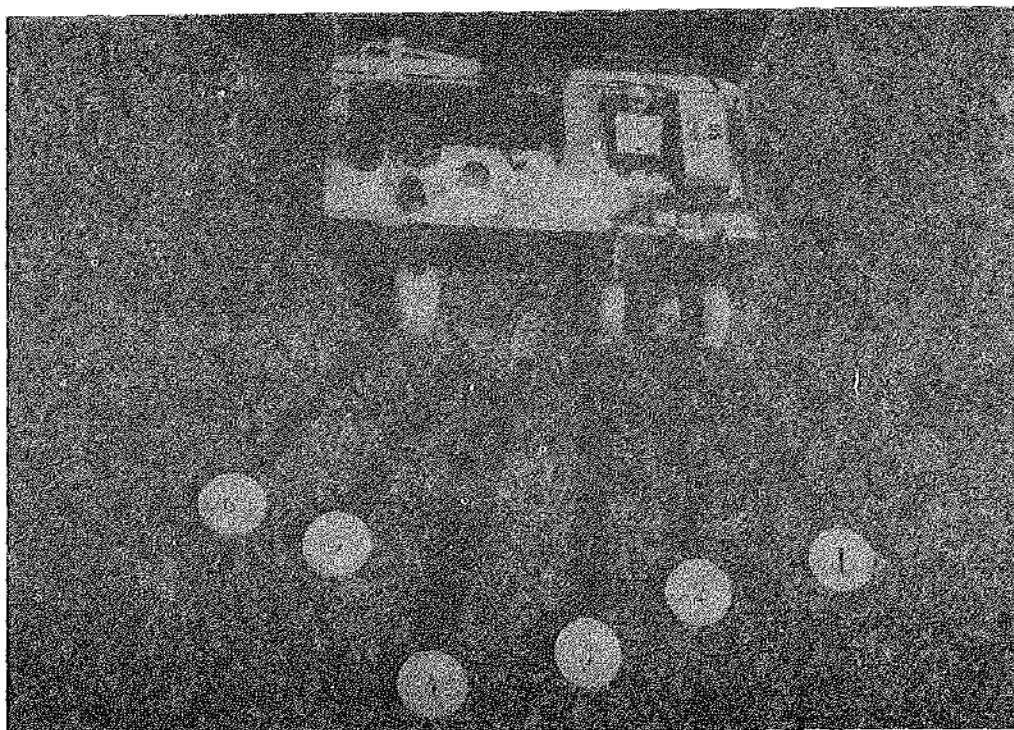


Fig 1.9 — Material destinado ao teste de dureza total.

b) Teste da dureza total

- 1) Encher o tubo de medida até o nível máximo com a água a ser testada (nº 5, fig. 1.9) e derramar no frasco de mistura (nº 4, fig. 1.9);
- 2) Juntar três gotas da solução de DUREZA I. Agitar (nº 4, fig. 1.9);
- 3) Juntar uma gota da solução de DUREZA II.
- 4) Adicionar a solução DUREZA III gota a gota (não menos que uma por segundo) até que a mistura passe de rosa para azul (cor ideal);
- 5) Para avaliar a dureza total, em mg/l de uma quantidade equivalente de carbonato de cálcio o operador conta as gotas da solução de DUREZA III necessárias para atingir a cor ideal.

IMPORTANTE

- 1 — Contar as gotas de DUREZA III com atenção;
- 2 — Anotar o número de gotas;
- 3 — Não permitir que o conta-gotas da solução de dureza toque no gargalo do frasco de mistura;
- 4 — A dureza total da amostra em miligramas por litro de uma quantidade equivalente de carbonato de cálcio é calculada da seguinte maneira:

número de gotas de solução de DUREZA III x 17,1 = mg/l de carbonato de cálcio

Exemplo: Foram gastas 10 gotas de solução DUREZA III para obter a cor azul.
DUREZA TOTAL = 10 x 17,1 mg/l de carbonato de cálcio.

1.20 Dosagem de coagulantes (teste do conjunto de floculação)

A turbidez, nas águas naturais, resulta da presença de material muito fino, como argilas e algas, que permanecem em suspensão por longo período. Usualmente clarificam-se essas águas pelo processo da coagulação, por isso o Exército Brasileiro emprega o alumen nos equipamentos de purificação de água com a função de agente coagulante. Entretanto, este equipamento emprega o cloreto férrico seguido do carbonato de sódio para neutralizar a acidez. Com a adição de cloreto férrico, as partículas em suspensão se agregam, formando flocos gelatinosos pesados que vão se depositar no fundo do tanque deixando sobre si uma lâmina de água límpida. Como a operação resulta em baixar o pH da água, em seguida, acrescenta-se carbonato de sódio que, sendo alcalino, equilibra a acidez artificialmente provocada. O propósito do presente teste é determinar a dosagem ideal de cloreto férrico necessária à operação eficiente do equipamento. Assim, a quantidade de cloreto férrico, em miligramas por litro, necessária à clarificação da água da amostra fornece a base de cálculo do total requerido para a água a ser tratada e clarificada pelo processo da coagulação.

IMPORTANTE

TESTE	REAGENTES	
DOSAGEM DE COAGULANTES	HIDRÓXIDO DE SÓDIO	CLORETO FÉRRICO

1.21 Procedimento para a determinação da dosagem de coagulante (cloreto férrico)

- a) Relação do material destinado ao teste da dosagem de coagulante (fig. 1.6);
 - 1) Frasco com cloreto férrico (nº 2162);
 - 2) Conjunto de floculação: equipamento composto por 4 frascos de capacidade para 200 ml presos por uma armação (nº 2161);
 - 3) Frasco com hidróxido de cálcio (LIMESTONE) (nº 2163);
 - 4) Colher de medida de capacidade aproximada de 0,05 gramas, de plástico com cabo de metas (nº 492);

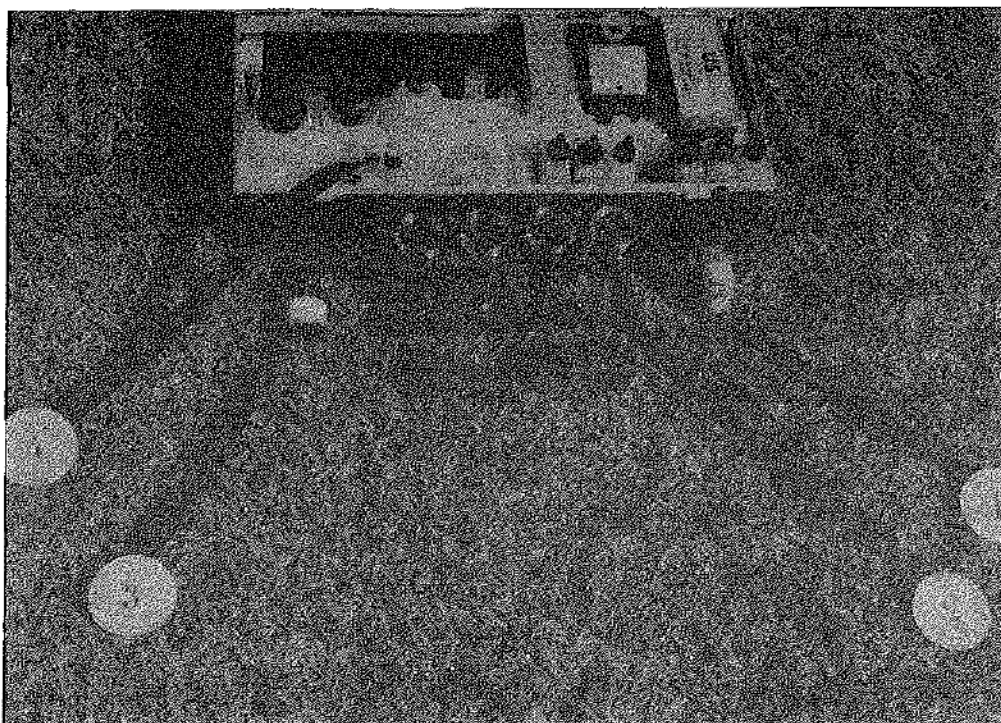


Fig 1.10 – Equipamento para teste de dosagem de coagulante.

b) Teste da dosagem de coagulante (cloreto férrico)

- 1) Retirar as tampas dos frascos do conjunto de floculação e enxaguá-los com a água que vai ser testada para lavar os vidros. Não desmontar o aparelho.
- 2) Encher cada frasco até a marca de 200 ml (só vista pela parte da dentro de cada frasco) com a amostra a ser testada.
- 3) Adicionar uma colher de medida de hidróxido de cálcio (limestone) em cada um dos frascos.
- 4) Adicionar cloreto férrico da seguinte maneira: uma gota no primeiro frasco, duas gotas no segundo, três gotas no terceiro e quatro gotas no quarto frasco.
- 5) Fechar todos os frascos e agitar vigorosamente por 15 segundos.
- 6) Virar o conjunto de floculação de cabeça para baixo e desvirar por cinco minutos a razão de 7 a 10 inversões por minutos. Descansar por mais 5 minutos. Observar os flocos.
- 7) O número mínimo de gotas de cloreto férrico que clarear a água em menos tempo, deverá ser tomado como ideal para o tratamento. Uma gota de cloreto férrico em solução equivale a 10 mg/l de cloreto férrico.
- 8) Se após tudo isto a água não clarear, reiniciar a experiência com 5 gotas no 1º frasco, 6 no segundo, 7 no terceiro e 8 no quarto. Para amostras muito turvas, cada vidro deverá ser enchido apenas até a marca 100 ml e cada gota de cloreto férrico, valerá, no caso, 20 mg/l. O procedimento será o mesmo já estudado.
- 9) O total de cloreto férrico será assim calculado:
 - a) Quando o volume for de 200 ml
 Cloreto férrico necessário = nº de gotas x 10 mg/l.
 O número de gotas empregadas é o do frasco que clareou a água em primeiro lugar.
 Exemplo: Se o segundo frasco clareou primeiro, e nele foram empregadas 6 gotas:
 Cloreto férrico necessário = $6 \times 10 = 60 \text{ mg/l}$
 - b) Quando o volume for de 100 ml
 Cloreto férrico necessário = nº de gotas x 20 mg/l (O número de gotas usado é o do vidro que clareou a água primeiro).
 Exemplo: Se o primeiro vidro clareou primeiro, e nele foram empregadas 5 gotas:
 Cloreto férrico necessário = $5 \times 20 = 100 \text{ mg/l}$.

Nota: Na prática, as OM deverão empregar o procedimento constante do Equipamento MU-1.

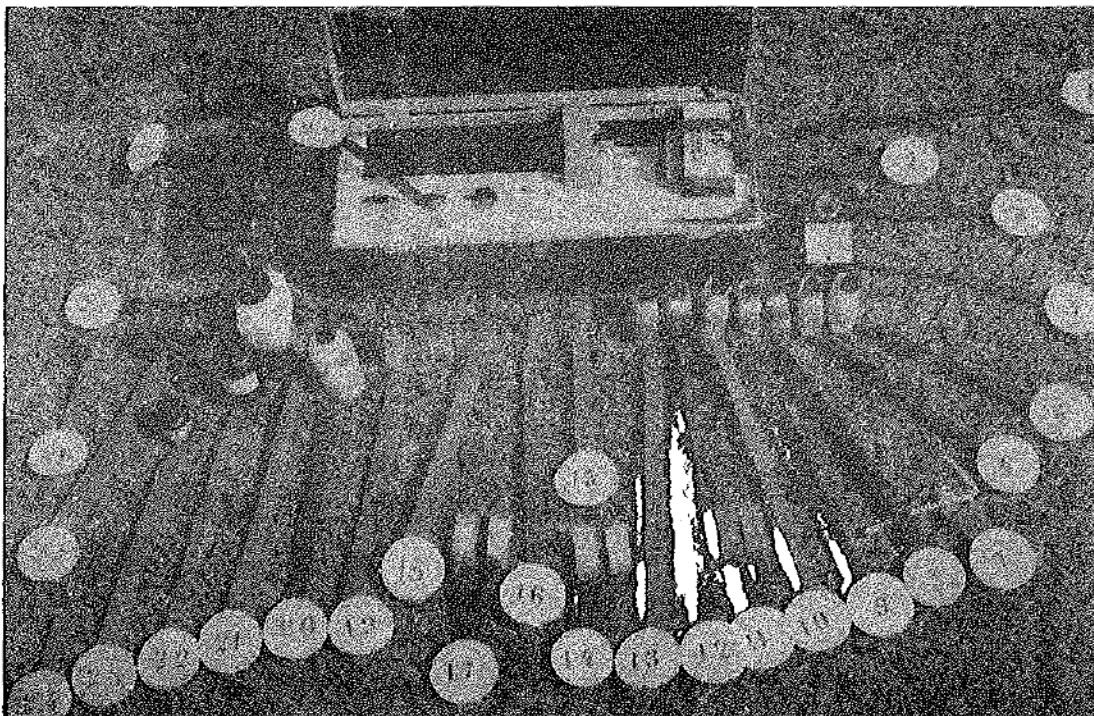


Fig 1.11 – Equipamento de análise Hach

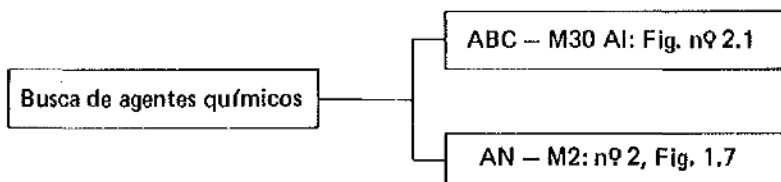
CAPÍTULO II

DESCOBERTA DE AGENTES DE GUERRA QUÍMICA

1. GENERALIDADES

2.1 Introdução

O equipamento de análise de água marca HACH possui dois estojos destinados à análise da presença de agentes químicos na água. Um deles permite, também, diagnosticar a presença de agentes nas roupas, superfícies, etc.



O estojo de carga descartável ABC – M30 AI, FSN 6665-909 – 364 permite dizer se a água ou a superfície se encontram contaminadas por agentes químicos, sem determinar a natureza do poluente, o que é possível com os testes procedidos com o conjunto do estojo AN – M2.

2.2 Emprego do estojo ABC – M30–AI

- a) Procedimento para determinação da contaminação da água.
- 1) Remove-se a tarjeta da embalagem plástica e observam-se os dois discos brancos nela existentes;
 - 2) Colocam-se uma ou duas gotas de água suspeita no círculo branco (empregando somente um disco);
 - 3) Coloca-se a tarjeta noutra embalagem plástica (separada no conjunto) e amassa-se vagarosamente cerca de vinte vezes até adquirir uma aparência escura;
 - 4) Adicionam-se duas gotas da solução existente no recipiente plástico (que possui uma listra branca do lado);
 - 5) Colocam-se duas ou três gotas da solução de SUBSTRATO (que possui uma marca vermelha contida em embalagem do tipo aerosol);
 - 6) Continua-se amassando o disco cerca de 60 segundos, para após examiná-lo. Se estiver com uma cor azulada indica que a água não possui agentes químicos; se resultar o surgimento de outra cor (alaranjada, verde, etc.) indica a existência de agente químico. Compara-se a cor surgida com a do disco que ficou branco. Em caso de dúvida, espera-se 3 minutos aproximadamente e compara-se novamente;
 - 7) Deixa-se o círculo do lado arredondado da embalagem em branco. Colocam-se duas gotas de água descontaminada no disco branco, que deverá tornar-se azul depois de proceder a partir do item 2.

b) Procedimento para determinação da contaminação das superfícies em geral

1) Teste das tarjetas detectoras

- Adiciona-se uma ou duas gotas da solução do recipiente plástico (que possui uma listra branca no disco do lado quadrado da tarjeta), coloca-se uma embalagem plástica que vem separada no conjunto e amassa-se até o disco ficar totalmente molhado.
- Passa-se a tarjeta na superfície suspeita de contaminação por agentes químicos, recoloca-se na embalagem plástica, adicionando-se, em seguida, duas ou três gotas da solução do recipiente plástico do tipo aerosol (que possui uma marca vermelha).
- Recoloca-se na embalagem plástica e amassa-se por um minuto. Examina-se o disco. Se surgir uma cor azul, indica que a superfície examinada não está contaminada com agente químico. Se o disco tornar-se alaranjado, verde ou outra coloração, indica a contaminação com agente químico.

2) Teste do papel indicador

- O teste é procedido por meio do livreto que possui 25 tiras de papel indicador e uma escala com três cores para comparação.
- Destaca-se uma tira do papel indicador e coloca-se sobre a roupa ou outra superfície suspeita de ter sido exposta a líquidos de agentes químicos agressivos. Caso surjam manchas coloridas o operador deverá colocar a máscara contra gases para depois continuar a operação.
A seguir, compara-se a cor das manchas com as existentes na contracapa do livro de papel indicador, para saber a natureza do agente presente: — se vesicante, tóxico dos nervos ou tóxico do sangue (o papel indicador não detecta agentes gasosos).

2.3 Emprego do estojo AN — M2

a) Precauções: O estojo de prova de água em busca de agentes químicos (AN — M2) nº 3, fig. 1.7, que forma parte do equipamento de análise de água marca HACH é empregado na descoberta das fontes tão contaminadas que os métodos de tratamento ordinários de campanha são insuficientes para descontaminá-las e fazê-las potáveis. Deve-se observar, cuidadosamente, as seguintes cautelas:

- As amostras de água para as provas devem ser tomadas diretamente da fonte, no lugar da captação efetiva;
- Não se procede a verificação de provas de água tratada, já que as reações químicas ocasionadas no tratamento podem dar resultados de falsas aparências;
- Quando se determina que uma fonte está contaminada, faz-se todo esforço para encontrar uma outra, cujas provas resultem negativas. O tratamento das fontes contaminadas exige autorização prévia do Serviço de Saúde;
- Não se deve usar o papel "nitrazina" (proporcionado no estojo) para determinar o valor do pH e do cloro residual, se se dispõe de comparador de cores;
- Um pH menor que 6,0 é suspeito, já que quase todas as águas naturais têm pH superior a 6. Desta forma, uma diminuição considerável do pH torna a água suspeita;
- Instrução para a efetivação das provas:
 - Ler as instruções e observar a ordem do procedimento;
 - Obter a amostra com um cantil sem turvar a fonte. Esta amostra será usada em todas as provas, exceto a de demanda de cloro;
 - Depois de usar qualquer tablete ou reagente, fechar o frasco com a tampa de mesma cor;
 - Iniciar pelo procedimento da prova de arsênico. Enquanto a prova está se desenvolvendo, procedam-se as demais.

b) Prova do arsênico

- Coloca-se a água a ser analisada no frasco "P" até a marca de 10 ml.
- Colocam-se duas pastilhas do frasco "A" na amostra e agita-se bem.
- Toma-se, no frasco "B", uma tirinha de teste e coloca-se cuidadosamente no tubo "L", dobrando a sua ponta de maneira que fique de pé. Segura-se a tira pela ponta que vai ser dobrada mantendo-a seca.
- Assim que as pastilhas do frasco "A" se dissolverem, colocam-se cinco pastilhas do frasco "C" e imediatamente coloca-se o tubo "L" no lugar, ou seja, tampando a boca do frasco "P".
- Deixa-se reagir uns 20 minutos, aquecendo com as mãos, se estiver muito fria.
- Remove-se a tirinha de teste, que foi colocada no tubo "L" e observa-se o tamanho da mancha marrom-amarelada. Se a mancha for maior ou igual a 1/4 de polegada (6,35 milímetros), indica um resultado positivo, e, uma mancha menor indica um resultado negativo ao teste de arsênico.

c) **Teste da mostarda (inclusive as nitrogenadas e o cloreto de cianogênio)**

1) Lava-se um dos dois tubos de ensaio (de vidro) que compõem o conjunto AN – M2 e enche-se, até 12,7 milímetros do fundo, com a água a ser testada.

2) Adiciona-se uma pastilha do frasco "D" e agita-se uns 3 minutos. Ferve-se a solução para ficar mais sensível. Deixa-se em repouso por uns 5 minutos. Se a solução tornar-se amarelada, o resultado é positivo para cloreto de cianogênio.

3) Adicionam-se duas pastilhas do frasco "E" em nova amostra e agita-se procurando olhar contra um fundo branco qualquer mudança de cor, de branco para vermelho ou azul. Qualquer mudança visível de cor, mesmo que desapareça logo, indica a presença de mostardas (mesmo nitrogenadas). Deixa-se a solução em repouso por 5 minutos. Surgindo a cor amarela, indica a presença de cloretos de cianogênio e permanecendo branca indica que não há agente de mostarda (prova negativa).

d) **Teste do pH**

Mergulha-se uma tirinha de teste do frasco "F" na amostra. Remove-se a tira e compara-se a cor, com as existentes no manual do conjunto (em inglês), página nº 8. (Este manual fica dentro da caixa plástica que contém o conjunto). Comparando as cores, o valor do pH é lido diretamente. O pH inferior a 6 indica a possibilidade de contaminação.

e) **Teste de necessidade de cloro**

a) Enche-se um cantil até uns 2 cm da borda com a água a ser testada.

b) Adicionam-se 3 pastilhas do frasco "G", fecha-se o cantil e agita-se 5 minutos, vigorosamente.

c) Enche-se o tubo plástico que contém o frasco "X" até a parte inferior da marca amarela com a água do cantil.

d) Adiciona-se uma pastilha do frasco "X" e agita-se até que ela se dissolva na água. Compara-se a cor com a da faixa amarela do tubo plástico.

e) Resultado positivo é indicado pela ausência de cor ou cor mais clara que a da faixa amarela do tubo plástico.

f) Resultado negativo é indicado por uma cor alaranjada ou então mais escura que a cor da faixa do tubo plástico.

f) **Teste de agente "G" (tóxico dos nervos)**

IMPORTANTE

NÃO EFETUE A PROVA SOB O SOL DIRETO

1) Enxagua-se o frasco P com a água suspeita (3 vezes). Enche-se o frasco até a segunda marca com a mesma água e agrega-se uma pastilha do frasco H. Agita-se até dissolver a pastilha. Surgindo uma cor amarelada ou verde, descarta-se a mistura e passa-se para a prova descrita em 7 abaixo. Caso permaneça incolor, continua-se da forma imediatamente seguinte.

2) Enxagua-se uma proveta (3 vezes) com a água suspeita e enche-se até a metade. Quebra-se uma pastilha do frasco I e agregam-se ambas as partes na proveta. Agita-se para dissolver.

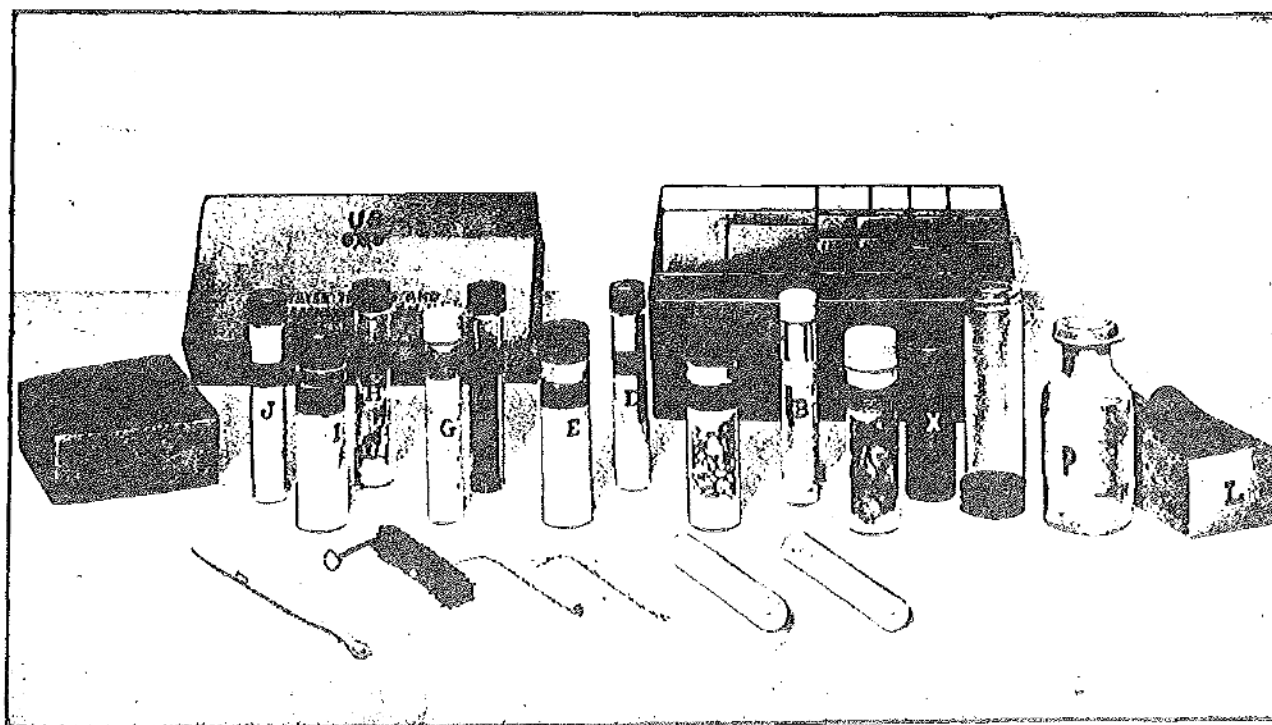
3) Com a colher J junta-se, à proveta uma medida rasa de pó do frasco J. Agita-se por 2 minutos.

4) Verte-se o conteúdo da proveta no frasco P. Coloca-se uma tampa plástica no frasco. Agita-se bem, por 2 minutos.

5) Junta-se o conteúdo de um dos tubos da caixa K à solução do frasco P. coloca-se novamente a tampa plástica e agita-se por mais 2 minutos. Junta-se água suficiente para elevar o nível superior da solução até o gargalo do frasco P, justamente sob a faixa amarela. Deixa-se repousar por 5 minutos.

6) Uma cor amarelada (na camada superior) igual ou mais escura que a faixa amarela do frasco será uma prova positiva da existência de agentes tóxicos dos nervos ou de certos inseticidas igualmente tóxicos. Uma cor amarela na camada inferior da água indica a presença de concentrações muito perigosas dos mesmos agentes contaminantes. Com o tempo, a faixa amarela do frasco "P" pode descolorir-se; neste caso, pode-se fazer a comparação das cores com a faixa amarela do tubo plástico que se emprega na prova de demanda de cloro.

7) Enxagua-se o frasco P. Enche-se até a 2ª marca. Junta-se uma pastilha do frasco I. Agita-se até dissolver. Junta-se uma colher rasa do pó do frasco J, seguida de uma pastilha do frasco H. Coloca-se a tampa plástica no frasco P e agita-se por dois minutos. Continua-se como foi explicado em 5 e 6 anteriores.



8) Quando não se procede uma prova de cloro residual altamente positiva, a falta de cor ou de uma cor mais clara que a faixa amarela constituem prova da não existência de agentes tóxicos dos nervos.

2.4 Odor e sabor

1) Se o teste do arsênico, da mostarda, da necessidade de cloro e o de agente tipo "G" derem resultado negativo e se o pH for maior que 6 ou igual a 6, cheira-se e prova-se a água cuidadosamente.

2) O resultado positivo é indicado por:

- a) lágrimas ou cheiro de cloro;
- b) gosto ardido ou picante de cloro;
- c) qualquer cheiro ou gosto de qualquer gás de guerra conhecido.

A ausência de cheiro e gosto indicará um resultado negativo, mas não necessariamente uma água segura para se beber. O resultado é negativo quando só se constata a presença de cheiro e gosto comumente encontrado em fontes naturais.

2.5 Interpretação dos testes

a) Águas contaminadas

1) A água é considerada contaminada se os testes indicarem um ou mais dos seguintes resultados:

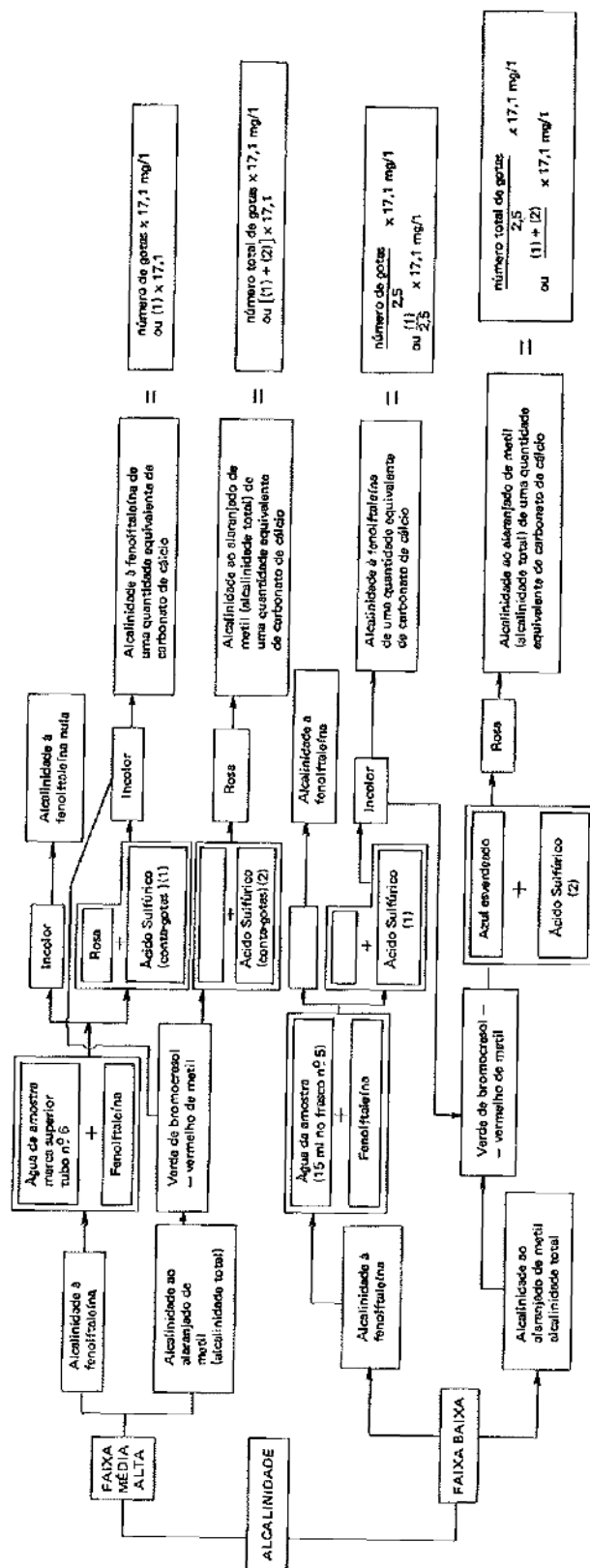
- Prova do arsênico — positiva.
- Prova de mostarda — positiva.
- Prova do pH — menor que 6,0.
- Prova da necessidade de cloro — positiva.
- Prova de tóxicos dos nervos — positiva.
- Prova de odor e sabor — positiva.

b) A água segura deverá possuir pH superior a 6, sem qualquer resultado negativo.

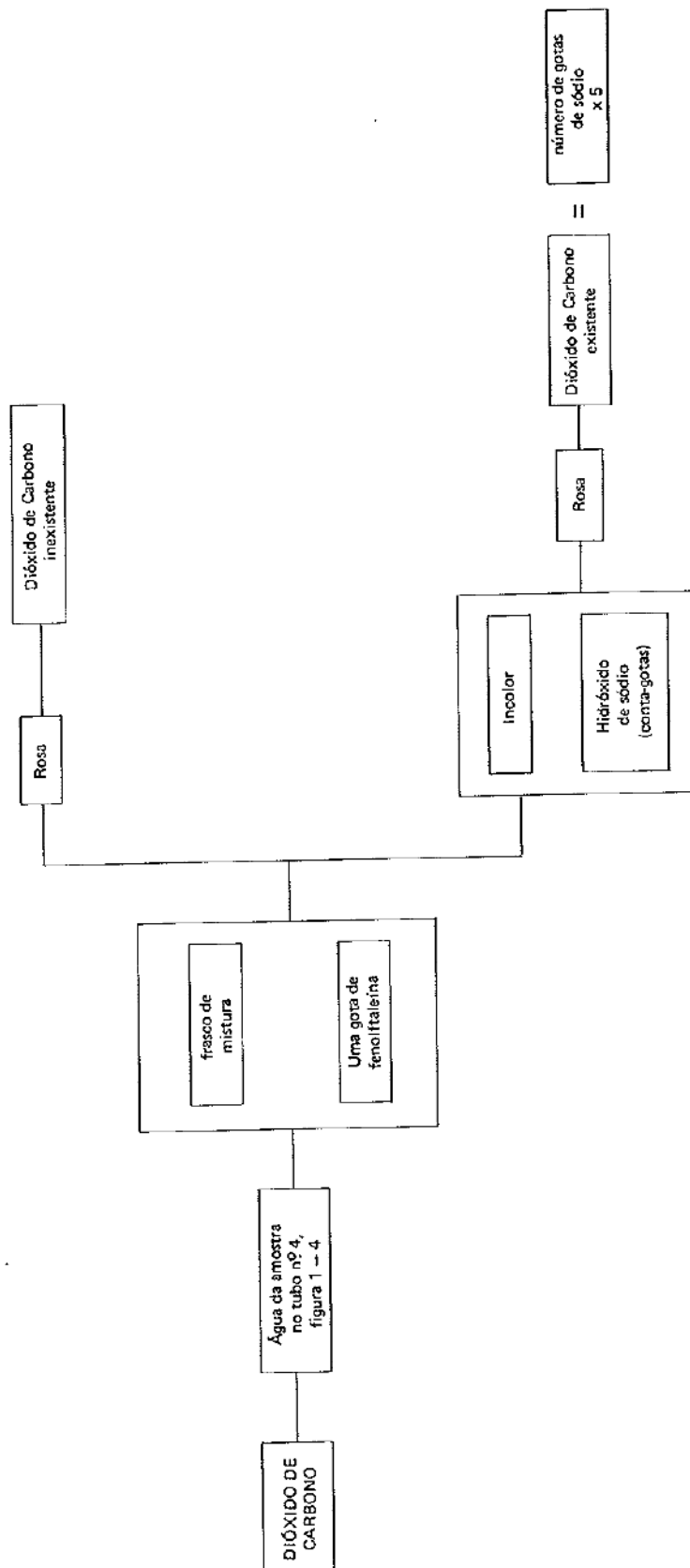
—



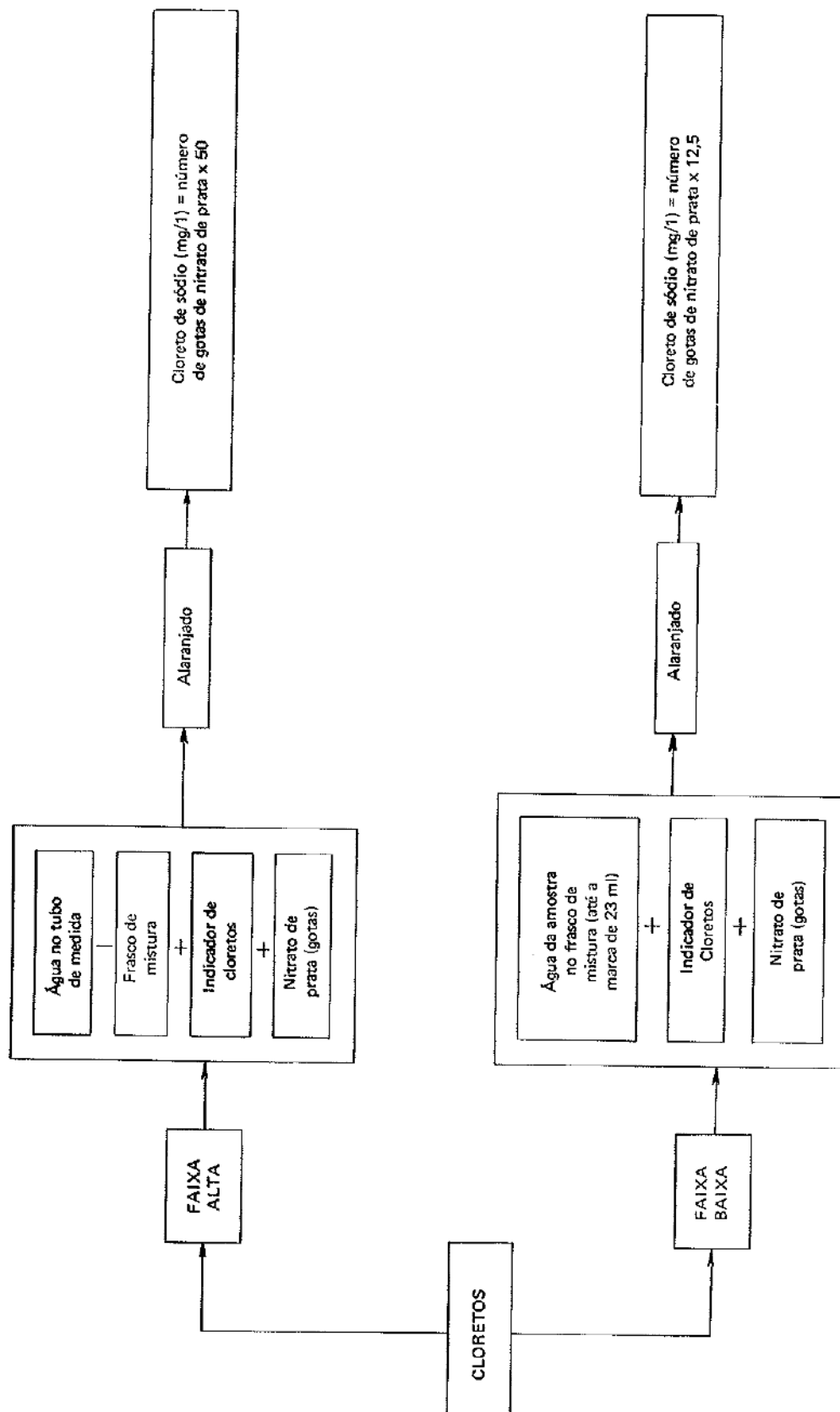
104



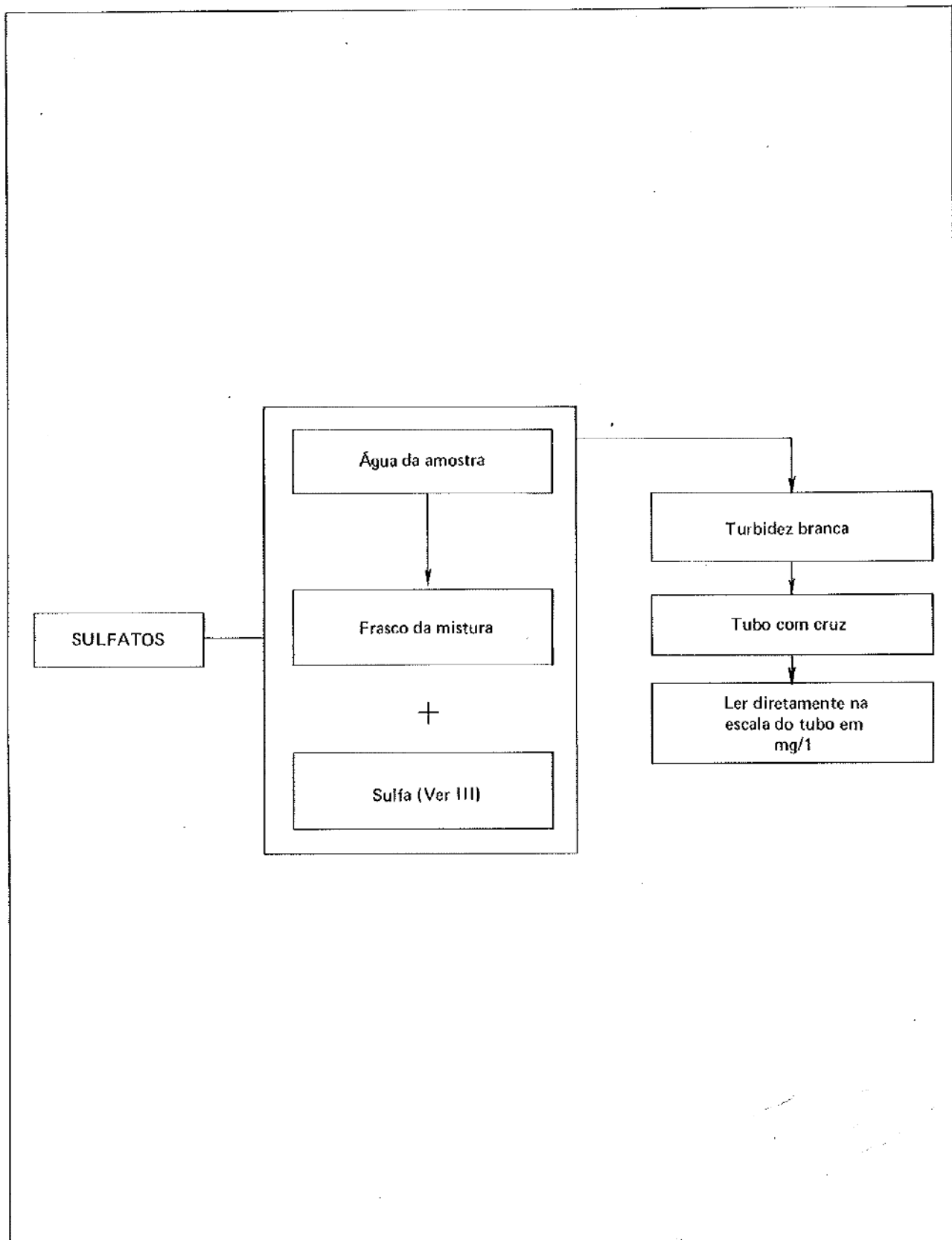
PROCEDIMENTO PARA O TESTE DE DIÓXIDO DE CARBONO
ANEXO III



PROCEDIMENTO PARA O TESTE DE CLORETOS
ANEXO IV



PROCEDIMENTO PARA O TESTE DE SULFATOS
ANEXO V



ANEXO VI
PADRÕES DE POTABILIDADE:
(Índices em miligramas/litro)

Resumo dos Padrões da United States Public Health Service (USPHS) da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) e da Organização Mundial de Saúde (OMS ou WHO):

CARACTERÍSTICAS	U.S.P.H.S.	A.B.N.T. (1959)		O.M.S.	
		Recom.	Toler.	Permis.	Excess.
Físicas:					
Turbidez (SiO_2)	10 (1)	1	5	5	25
Cor (Co)	20 (1)	10	30	5	50
Odor	ausente	Inobjetoável		Inobjetoável	
Sabor	ausente	Inobjetoável		Inobjetoável	
Químicas:					
Manganês (Mn)	—	—	0,1	0,1	0,5
Chumbo (Pb)	0,1	—	0,1	0,1	—
Cobre	3,0 (2)	—	3,0	1,0	1,5
Zinco	15,0 (2)	—	15,0	5,0	15,0
Ferro (Fe)	0,3 (3)	—	0,3	0,3	1,0
Magnésio (Mg)	125,0 (2)	—	—	5,0	15,0
Arsênio (As)	0,05	0,05	0,10	0,2	—
Selênio (As)	0,05	—	0,05	0,05	—
Cromo hexavalente	0,05	—	0,05	0,05	—
Flúor	1,5	1,0	1,5	—	—
Cloretos (Cl)	250,0 (2)	—	250	200	600
Fenóis	0,001 (2)	—	0,001	0,001	0,002
Sulfatos	250,0 (2)	—	250	200	400
Dureza (CaCO_3)	—	100	200	—	—
Cloro Livre	—	0,2	0,5	—	—
Nitrogênio (NO_3)	—	—	—	—	50
Sólidos Totais	500(1000)	500	1000	500	1500
Cianetos	—	—	—	0,01	—
Cálcio	—	—	—	75	200
pH	—	8,3	6	7,0—8,0	6,5—9,2
Bacteriológicas:					
NMP Coliformes/100ml 0,92		Tratadas 90% tempo inf. 1 100% tempo inf. 10			
Nº mais provável		Naturais 90% tempo inf. 10 100% tempo inf. 20			

(1) para águas filtradas

(2) limites recomendados ou sugeridos, porém não exigidos

(3) para Ferro e Manganês em conjunto

ANEXO VII
RELAÇÃO DOS COMPONENTES
(Figura 1.7)

A figura 1.7 ilustra os componentes fornecidos com o Equipamento de Análise de Água Hach e o presente ANEXO se destina à identificá-los:

Número	Nomenclatura	Quantidade
1	Caixa	1
2	Estojo de carga descartável ABC-M30AI	1
3	Estojo de prova de agentes químicos na água AN-M2	1
4	Medidor de condutividade	1
5	Solução de hidróxido de Sódio	1
6	Ácido sulfúrico	1
7	Componente do frasco de limpeza	1
8	Solução para teste de presença de cloretos (NO_3Ag)	1
9	Solução de cloreto de ferro	1
10	Solução para teste de dureza (DUREZA III)	1
11	Indicador verde de bromocresol-vermelho de metil	1
12	Solução para teste de dureza (DUREZA II)	1
13	Solução para teste de dureza (DUREZA I)	1
14	Caixa com sacos de indicadores de fenolftaleína	2 x 50
15	Tubo transparente para teste de sulfato com escala	1
16	Tubo de vidro para medida com bico de entornar	1
17	Caixa com sacos de indicador de cloretos	2 x 50
18	Tubo plástico de medida	1
19	Frasco quadrado francês (de mistura)	1
20	Frasco redondo (de amostra)	1
21	Solução de indicador de fenolftaleína a 0,1%	1
22	Frasco de lavagem	1
23	Pedra-ume pulverizada	1
24	Colher de medida	1
25	Escova	1
26	Cortador	1
27	Sulfa Ver ^R III em pó	1
28	Conjunto de floculação	1
29	Molde de estireno expandido	1

LISTA DE DISTRIBUIÇÃO

1. ÓRGÃOS SETORIAIS E DE APOIO	
– DMB	02
– DME (Reserva)	50
2. GRANDES COMANDOS	
– Cmdo de RM (12)	12
3. ESTABELECIMENTOS DE ENSINO	
– EsIE	20
– AMAN	50
– EsSA	50
– CPOR (4) e NPOR/4º BECmb (1)	100
4. OM DE ENGENHARIA	
– Cia Cmdo Gpt e Cnst (2)	02
– BE Cmb (9)	90
– BE Cnst e BFv (11)	55
– Cia Eng – Cmb (3), Cnst (1) e Dep Mnt (1)	25
– PqDCME	03
5. OM DE MANUTENÇÃO	
– B Log (17) e Pq R Mnt (7)	24
6. DIVERSOS	
a. 1º RM – 2º BI Mtz (Es)	01
b. 2º RM – Coud Campinas	01
c. 6º RM – Cia Cmdo.	01
d. 7º RM – 6º R C Mec	01
e. 8º RM – 53º BIS, CFAP e Cia Esp Front/3º BEF	03
f. 9º RM – 44º, 58º, 66º, BI Mtz, 17º BC e 47º BI	05
– 1º/6º G A Cos e 10º RC	02
g. 12º RM – CIGS, 1º BEF e 54º BIS	03
Total da edição	500



